

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Особенности проектирования и расчета вибрационных ударных систем УДК 621.01:[531.66+534.6]

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Шубина Татьяна Валерьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Гаврилин А. Н.	К.Т.Н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ИШНПТ	Кувшинов К. А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Скаковская Н. В.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Белоенко Е. В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Ефременков Е. А.	К.Т.Н		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	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, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.	Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных 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 в машиностроении и строительстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(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
8Л5Б	Шубиной Татьяне Валерьевне

Тема работы:

Особенности проектирования и расчета вибрационных ударных систем	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.19
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Объект исследования: вибрационный источник сейсмических сигналов. Чертеж делали типа «фланец».
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	Литературный обзор источников сейсмических сигналов: классификации, типовые схемы, сравнительный анализ; проектирование виброисточника и гидравлической схемы для работы устройства; расчетный анализ итоговой конструкции; составление технологического процесса изготовления детали конструкции; разработка раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; разработка раздела социальной ответственности; заключение по работе.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация на 16 листах

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталия Вячеславовна
Социальная ответственность	Белоеенко Елена Владимировна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.01.19
--	----------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Гаврилин А. Н.	К.Т.Н		
Ст. преподаватель ИШНПТ	Кувшинов К. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15Б	Шубина Татьяна Валерьевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 108 с., 27 рис., 18 табл., 24 источника, 2 прил.

Ключевые слова: вибрация; сейсморазведка; источник колебаний; виброударные системы; динамическое воздействие.

Объектом исследования является вибрационный источник сигналов для сейсморазведки.

Цель работы – исследование источников сейсмических сигналов для создания вибрационного аналога, а также разработка технологии изготовления детали типа «фланец».

В процессе работы произведен литературный обзор и выполнен сравнительный анализ различных видов источников сейсмических колебаний, разработан технологический маршрут детали типа «фланец» с расчетом всех технологических размеров.

В результате работы выявлены основные преимущества и недостатки существующих источников сейсмических сигналов, представлена схема вибрационного аналога с гидравлическим управлением, создана математическая модель источника.

Степень внедрения: геофизические организации.

Область применения: геофизические исследования (определение состава почвы, целостности пород) труднопроходимых районов с использованием переносного источника сейсмических сигналов.

Экономическая эффективность/значимость работы: широкий диапазон настройки параметров источника дает возможность обнаружения и исследования практически любых земных пород; малые габариты и масса источника позволяют использовать его как переносное устройство для геологических исследований в труднодоступных для машин районах.

В будущем планируется: создать 3D-модель источника; уточнить математическую модель; изготовить, собрать и протестировать источник на работоспособность.

Оглавление

Введение.....	10
1 Конструкторская часть	13
1.1 Источники сейсмических сигналов.....	13
1.2 Классификация колебаний	20
1.3 Типовые схемы вибросистем	23
1.4 Составление гидравлической схемы устройства	25
1.5 Описание работы устройства.....	28
1.6 Расчеты схемы воздействия	31
2 Технологическая часть	36
2.1 Анализ технологичности детали	36
2.2 Технологический маршрут.....	39
2.3 Определение допусков на технологические диаметральные размеры..	44
2.4 Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения	44
2.5 Расчет диаметральных технологических размеров	45
2.6 Определение допусков на технологические продольные размеры	55
2.7 Определение минимальных припусков на обработку плоскостей	57
2.8 Расчет продольных технологических размеров.....	58
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	68
3.1 Анализ конкурентных технических решений	70
3.2 SWOT-анализ проекта	72
3.3 Планирование проекта.....	73
3.4 Бюджет затрат на реализацию проекта.....	77
3.5 Формирование затрат на реализацию проекта.....	81

3.6 Ресурсоэффективность	82
4 Социальная ответственность	84
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
4.2 Производственная безопасность.....	88
4.3 Экологическая безопасность.....	94
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	95
Заключение	97
Список литературы	98
Приложение 1	101
Приложение 2	106

Введение

«Сейсморазведка — раздел разведочной геофизики, основанный на регистрации искусственно возбуждаемых упругих волн и извлечении из них полезной геолого-геофизической информации. Зародилась в начале 1920-х годов.

Чаще всего сейсморазведка применяется для обнаружения газовых или нефтяных месторождений, т.е. в коммерческих целях.» [1] Сейсмические исследования заключаются в изучении и анализе сейсмических волн, которые подаются в слои земной коры и отражаются ими.

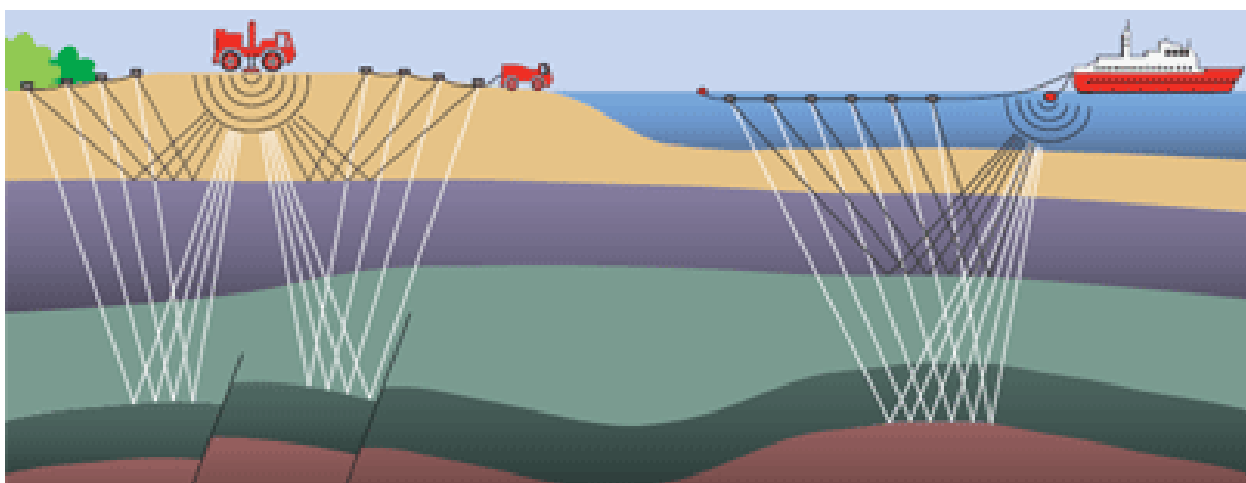


Рисунок 1.1 – Распространение волн при наземной и морской сейсморазведке

«Установлено, что различные горные породы характеризуются различными скоростями распространения упругих волн. Скорость распространения сейсмических волн определяется плотностью горной породы, которая зависит от состава пористости, трещиноватости и глубины залегания.» [1]

Резкие границы между горными породами с разной плотностью приводят к появлению вторичных волн — отраженных, проходящих и преломленных. Их интенсивность зависит от степени контрастности пород по свойствам. Чем сложнее строение почвы изучаемой местности, тем больше границ раздела сред, соответственно, образуется больше вторичных

волн. Совокупность вторичных волн называется вторичным волновым полем и является объектом изучения в сейсморазведке. Если вторичные волны регистрируются датчиками и содержат информацию о границах сред – они называются полезными.

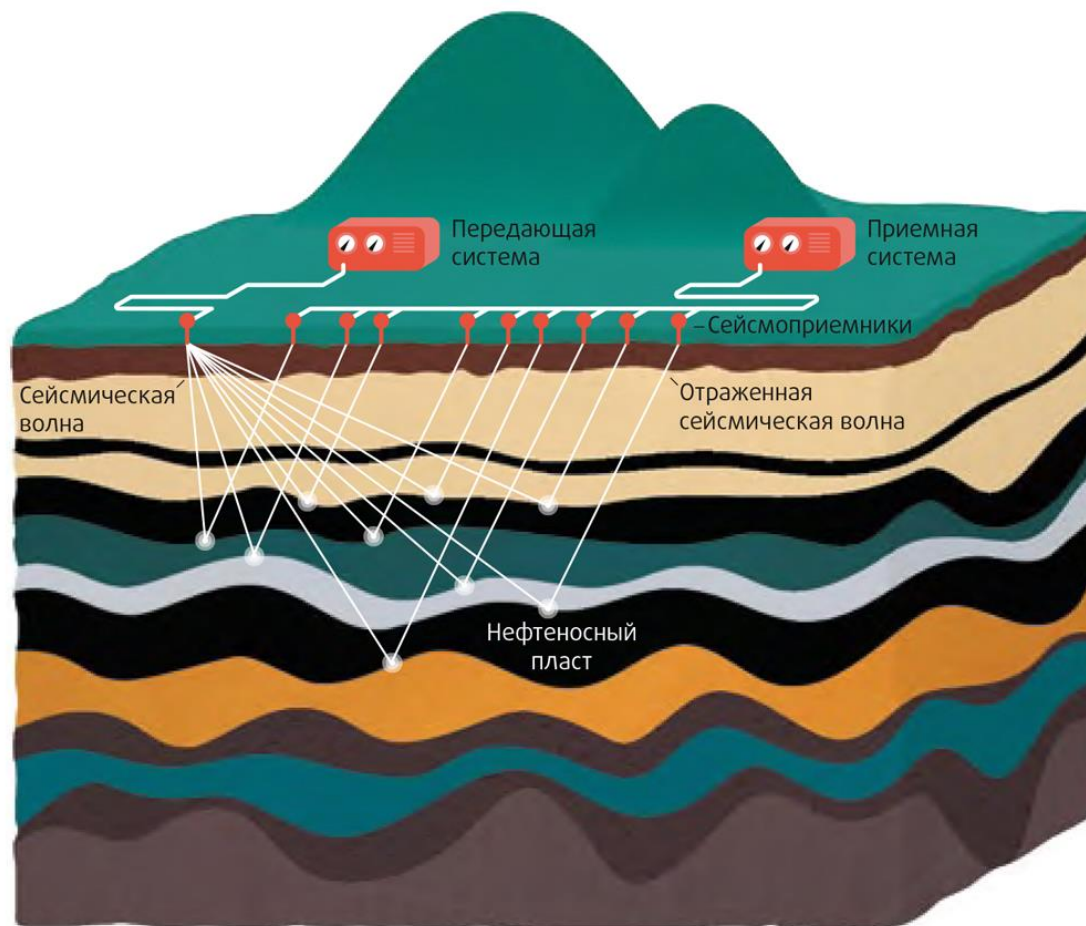


Рисунок 1.2 – Составляющие сейсморазведочной системы

Основным измерительным устройством в сейсморазведке служит сейсмоприемник. Он преобразует механические колебания волн в переменный электрический ток. Далее строится график зависимости импульсов от времени – сейсмотрасса, а их совокупность образует сейсмограмму.

Затем сигналы от приемников усиливаются, фильтруются и преобразовываются в цифровую форму. После этого обработанная информация поступает в сеймостанцию, выдается на экран и изучается профессионалами.

Сейсмическая станция объединяет данные с сейсмоприемников для их окончательной обработки, визуального анализа и сохранения на устройство памяти.

«Часто сейсмостанция представлена в виде машины-сейсмовибратора (рисунок 1.3), которые в основном используются для разведки залежей нефти и газа.» [2]

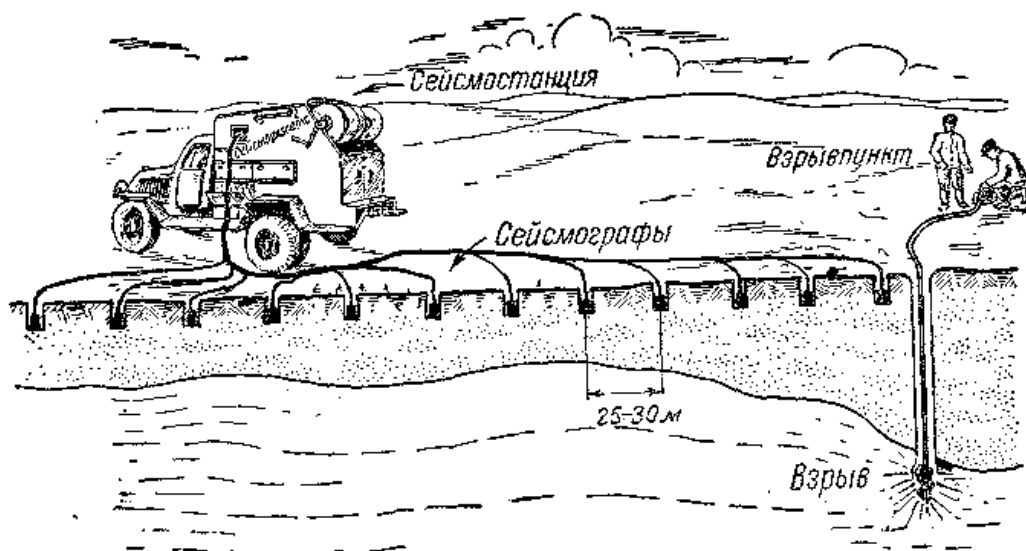


Рисунок 1.3 – Сейсморазведка посредством машины-сейсмовибратора

Недостатки машины-сейсмовибратора:

- «отсутствие возможности определить качество залежи в выявленных структурах;
- низкая применимость на сложных рельефах;
- низкая эффективность на территориях с горизонтами солей;
- негативное влияние на экосистему изучаемых территорий». [2]

1 Конструкторская часть

1.1 Источники сейсмических сигналов

«Для возбуждения колебаний применяются взрывы зарядов тротила в неглубоких скважинах (10-20 м) а также длительное (вибрационное) или короткое (импульсное) ударное воздействие на горные породы.» [3]

Взрывные источники колебаний, как правило, компактны и обладают наибольшей мощностью, однако при этом являются дорогостоящими и наносят большой ущерб окружающей среде.

«В настоящее время во время учебных практик по сейсморазведке взрывное возбуждение не применяется.» [4]

Невзрывные источники имеют меньшую мощность, но позволяют производить многократные измерения, более управляемы и не оказывают существенного влияния человека и экологию.

Наиболее часто используются невзрывные источники поверхностного типа: ударные, газодинамические, электродинамические, вибрационные. Однако такие источники имеют малый коэффициент полезного действия, так как создают поверхностные волны, которые мешают обработке результатов.

«Для получения хороших результатов применяют группирование источников и приемников, накопление сигналов при многократном возбуждении колебаний и другие приемы повышения соотношения сигнал/помеха.» [4]

Основные параметры невзрывных источников представлены в таблице 1.1.1 [5].

Таблица 1.1.1 - Основные параметры невзрывных источников

Тип источника	Усилие ¹ или энергия воздействия	Рабочий диапазон частот ¹ или длительность воздействия	Масса установки (максимальная)	Принцип действия
Вибрационный	До 200 кН	4-150, 250 Гц	$25 \cdot 10^5$ кг	Гидравлический, эксцентриковый
Импульсный	До 10^5 Дж	3-25 мс	$25 \cdot 10^5$ кг	Механический, газодинамический, пневматический, электродинамический

¹ Для вибрационных источников

1) Импульсные

а) Возбуждение ударами (механический)

«Из невзрывных источников колебаний на учебной практике используется самый простой – кувалда.» [4] Данный способ позволяет возбуждать как продольные, так и поперечные колебания, в зависимости от типа исследований.

Возбуждение продольных волн используется при исследовании небольших глубин. В данном случае регистрируются и анализируются только преломленные волны, происходящие при вертикальных ударах кувалдой. Исследовать большие глубины таким образом нельзя из-за появления сильных поверхностных помех при ударах. Тем не менее такой способ возбуждения сейсмических волн является самым простым, надежным и экономичным, поэтому используется на практике довольно часто.

С помощью поперечных волн, вызванных кувалдой, также можно проводить исследования. «При этом удары производятся либо по боковым стенкам небольшой ямы, либо по штырю, забитому в землю под углом, близким к 45° .» [4] Получение достоверных сейсмических данных в таком

случае обусловлено разной скоростью распространения волн – скорость поперечных волн в два раза меньше скорости продольных. Таким образом, при обработке данных поперечные волны довольно легко выделяются из общей картины, что дает возможность использовать данный способ возбуждения волн при определенных исследованиях.

б) Газодинамический

Газодинамические источники в сейсморазведке используются как часть сложной системы, закрепленной на автомобиле. Помимо источника туда входят газовые баллоны, пульт управления и другое дополнительное оборудование.

«Излучающим элементом газодинамического невзрывного источника сейсмических колебаний (рисунок 1.1.1.) является рабочая камера 6, в нижнюю полость которой подаётся дозированное количество рабочей смеси, а в верхнюю демпферную нагнетается воздух под сравнительно небольшим давлением, что обеспечивает необходимое начальное сжатие рабочей смеси, поджигаемой электрической искрой. Горение переходит в детонацию, и днище камеры давит на грунт, возбуждая упругие волны.» [5]

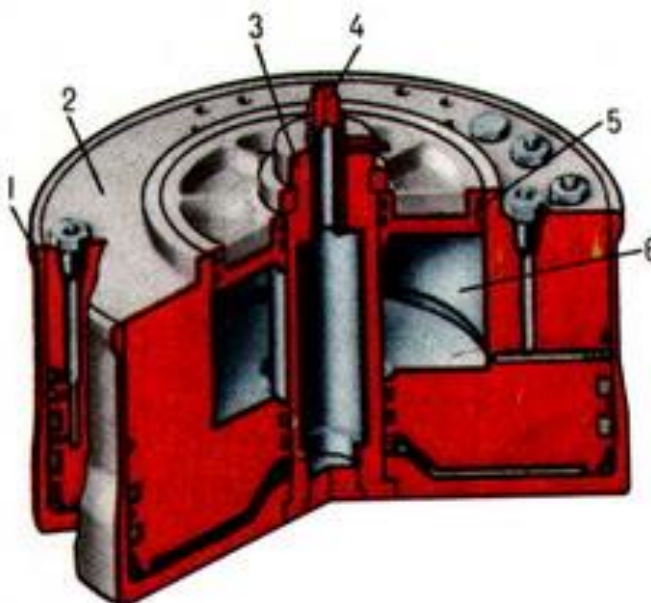


Рисунок 1.1.1 – Схема газодинамического источника сейсмических сигналов: 1 – гильза, 2 – поршень, 3 – шток, 4 – упор, 5 – крышка, 6 – демпферный объем

с) Пневматический

Пневматические источники нашли применение в морской сейсморазведке. Принцип их действия основан на быстрой подаче воздуха из замкнутой полости и его воздействии на изучаемую среду (водную или наземную), что и вызывает упругие колебания.

Пневматический источник (рисунок 1.1.2) «состоит из излучателя, в который входят камера 6 (объемом 2-7 дм³) с выхлопным отверстием 8, поршень 1 и запускающий электромагнитный клапан 2, а также из устройства для управления излучателем, компрессора с подводящими шлангами и вспомогательные оборудования». [6]

Перед началом работы внутренние полости источника заполняются сжатым воздухом. Давление сжатого воздуха по сигналу приводит в движение поршень, рабочая камера открывается и воздух выбрасывается в воду, создавая колебания среды. Вместо сжатого воздуха может быть использована вода.

«На практике широко применяют группирование нескольких источников, синхронно запускаемых с сейсмостанции, что приводит к усилению основного импульса.» [6]

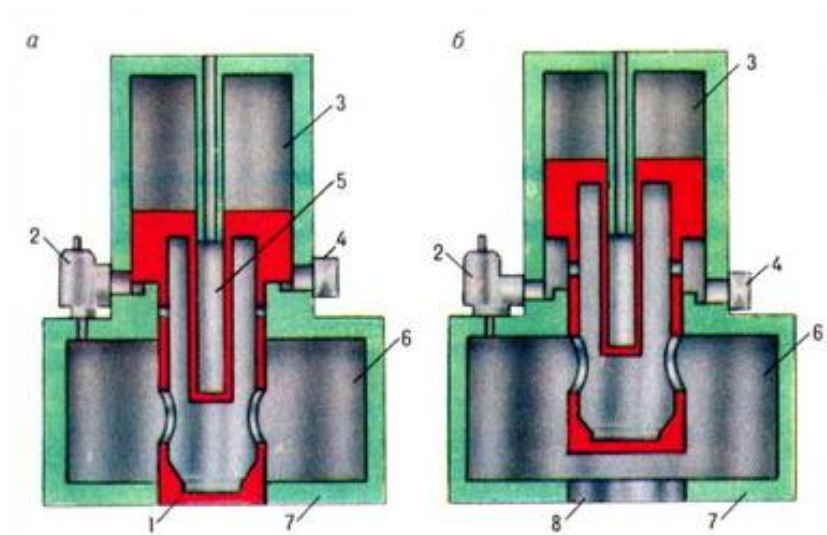


Рисунок 1.1.2 – Схема пневматического источника сейсмических сигналов: 1 – поршень, 2 – запускающий электромагнитный клапан, 3 – демпферный объем, 4 – клапан, 5 – внутренняя полость поршня, 6 – рабочий объем, 7 – корпус, 8 – выхлопное отверстие

д) Электродинамический

Электродинамические источники сигналов основаны на взаимном перемещении якоря сейсмомашин и инерционной массы. Якорь выступает здесь в роли излучающего элемента колебаний, воздействуя через плиту на исследуемую поверхность.

Принцип действия устройства базируется на пропускании тока через катушки статора и ротора. Сила, возникающая между ними, стремится их раздвинуть. При этом якорь давит на грунт, а статор с инерционной массой движется вверх. В верхнем положении груз удерживается электромагнитной муфтой, а затем по сигналу падает, в результате чего при ударе создается импульс. [7]

Преимущества таких источников колебаний в том, что они способны работать при движении, а также высоко автоматизированы.

е) Возбуждение электроискровым разрядом

Возбуждение электроискровым разрядом происходит за счет специального источника колебаний – спаркера. Для использования данного источника на суше требуются скважины с водой, так же, как и при взрывных возбуждениях. При этом, колебания от спаркера оказываются менее мощными, чем от взрыва, поэтому его использование экономично выгодно только для высокоразрешающих сейсмических исследований. [4]

2. Вибрационная сейсморазведка – или метод Вибросейс

«Вибрационная сейсморазведка – это сейсморазведка с использованием вибраторов для возбуждения упругих колебаний в земной толще. В отличие от импульсных источников (взрыв, удар), вибраторы возбуждают колебания квазисинусоидальной формы большой длительности.» [4]

Вибрационные источники способны возбуждать колебания большой мощности при относительно малой амплитуде, что позволяет использовать их практически без вреда для окружающей среды. Вибрационные источники сейсмических волн имеют большой коэффициент полезного действия и позволяют настраивать необходимые амплитудно-частотные параметры колебаний. Кроме того, такие источники не требуют дополнительных подготовительных работ, как в случае со взрывными возбуждениями, что делает их более экономичными и простыми в использовании.

«Наиболее широкое распространение получили гидравлические вибраторы, в которых поршень, соединенный с опорной плитой, приводится в движение путем попеременной подачи масла в верхнюю и нижнюю полости гидроцилиндра.» Конечно, такое устройство является дорогостоящим, так как управление потоками масла осуществляется программно с использованием большого количества датчиков с обратной связью.

«В настоящее время в мире производятся сейсмические вибраторы, работающие в частотном диапазоне от первых герц до нескольких сотен герц, и с полной нагрузкой на грунт от нескольких десятков килограммов (переносные вибраторы для малоглубинной сейсморазведки) до сотен тонн (стационарные вибраторы для вибрационного просвечивания Земли).» [4]

Таблица 1.1.2 – Сравнительная таблица источников

Тип источника/ Сравнительные характеристики		Масса, кг	Тип сигнала	Минималь- ный период срабатыва- ния, с	Частот- ный диапазон, Гц	Максималь- ное толкающее усилие
Импульсные	Механический	42-100	импульсный	2-6	30-70	0,6 кДж
	Газодинамичес- кий	142	импульсный	3-10	200	5-3000 кДж
	Пневматический	50	импульсный		20-200	100-150 кДж
	Электродинами- ческий	190	импульсный	4-6	90-130	500 кН
Вибрационные	Эксцентриковый	50		0,03-0,1	50-200	5,5 кН
	Гидравлический	60	Синусоидальный (с постоянной или линейно изменяющейся частотой)	0,03-0,1	5-250	300 кН

Из таблицы 1.1.2 можем заметить, что вибрационные источники имеют меньшие средние показатели массы по сравнению с импульсными, соответственно, более компактны и удобны в применении. Вместе с тем, вибрационные источники работают в более широком диапазоне частот, позволяя проводить большое количество разных видов сейсмических исследований с помощью одного прибора, делая их универсальными и высокоэффективными. А также вибрационные источники имеют сравнительно малый период срабатывания, что дает возможность получать достоверные и полные результаты исследований практически мгновенно.

1.2 Классификация колебаний

Рассмотрим основные возможные типы колебаний, где s – колеблющаяся величина.

Общий случай периодического колебания (рисунок 1.2.1, а) – когда каждое значение s повторяется неограниченное число раз через одинаковые промежутки времени $t = T$ – период. Число колебаний в единицу времени $\nu = 1/T$ называется частотой колебаний.

Частные случаи периодических колебаний – колебания прямоугольные (рисунок 1.2.1, б), пилообразные (рисунок 1.2.1, в), синусоидальные (или гармонические, рисунок 1.2.1, г). В последнем случае $s = A \cos(\omega t - \varphi)$, где A, ω, φ – постоянные. Величина A (максимальное значение s) называется амплитудой. Так как значения $\cos(\omega t - \varphi)$ повторяются при возрастании аргумента на 2π , то $\omega T = 2\pi$ и, следовательно, $\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu$. Величина ω называется круговой, или циклической, частотой, равна числу колебаний за 2π единиц времени. Функция времени ωt называется фазой колебаний, постоянная φ – начальной фазой (часто её называют просто фазой).

На рисунке 1.2.1, д изображено затухающее колебание: $s = Ae^{-\delta t} \cos(\omega t - \varphi)$, где $A, \delta, \omega, \varphi$ – постоянные. A называется начальной амплитудой, $Ae^{-\delta t}$ – мгновенным значением амплитуды, δ – коэффициентом затухания, $\tau = 1/\delta$ – временной постоянной. Величина δ здесь положительна. При отрицательном знаке δ колебание является нарастающим (рисунок 1.2.1, е). Величины $\omega t, \omega, \varphi$ имеют те же названия, что и в случае синусоидального колебания. Хотя затухающее колебание не является точно периодическим, величина $T = 2\pi/\omega$ также называется периодом.

В физике и радиотехнике большое значение имеют модулированные колебания, то есть колебания вида $s = A(t) \cos[\omega t - \omega(t)]$, причём функции $A(t), \omega(t)$ меняются медленно по сравнению с $\cos \omega t$ (ω –

постоянная). Если $\varphi(t) = \text{const}$, то колебание называется амплитудно-модулированным (рисунок 3, ж), если $A(t) = \text{const}$ (рисунок 3, з) — модулированным по фазе (или по частоте). В общем случае (рисунок 3, и) колебания модулированы как по амплитуде, так и по фазе: $A(t)$ и $\varphi(t)$ — периодические функции.

Встречаются случаи, когда $A(t)$ или $\varphi(t)$, или же обе одновременно являются так называемыми случайными функциями (рисунок 3, к). Часто в природе и технике имеют место беспорядочные колебания (рисунок 3, л), например белый свет, акустический и электрический «белый» шум и т.п. [9]

Конечно, абсолютно периодические колебания в жизни никогда не встречаются. Однако, колебания, близкие к периодическим, широко применяются при сейсмических исследованиях.

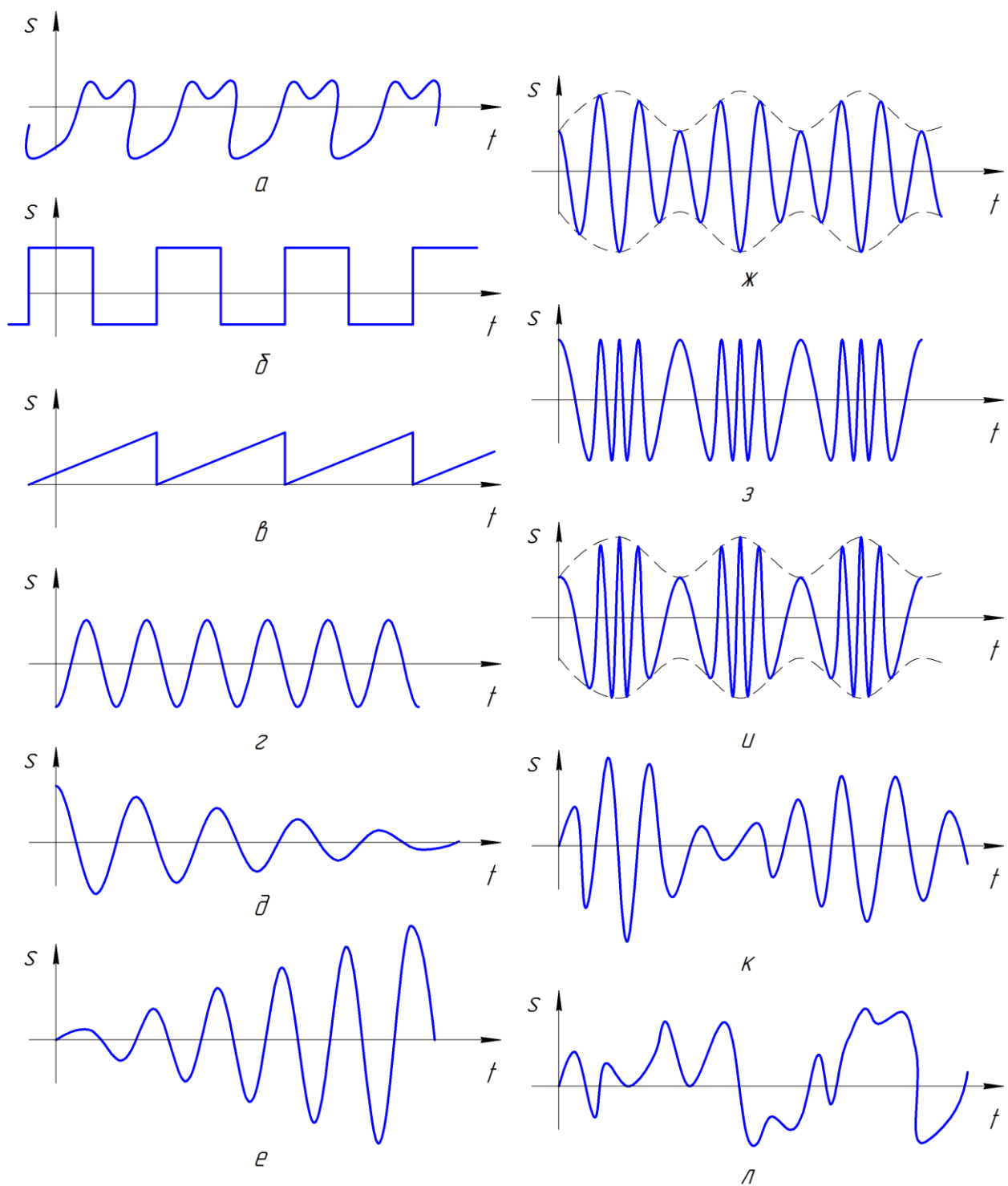


Рисунок 1.2.1 – Различные виды колебаний: а — общий случай периодического колебания; б — прямоугольные колебания; в — пилообразные; г — синусоидальные; д — затухающие; е — нарастающие; ж — амплитудно-модулированные; з — частотно-модулированные; и — колебания, модулированные по амплитуде и по фазе; к — колебания, амплитуда и фаза которых — случайные функции; л — беспорядочные колебания; s — колеблющаяся величина.

1.3 Типовые схемы вибросистем

Вибросистема – всякая система, объясняющая известные явления колебаниями, которые передаются упругой средой.

На рисунке 1.3.1 представлена типовая схема вибрационного источника. Инерционный груз 1 с помощью пружин 4 осуществляет прижим опорной плиты 2 к грунту 3. Вибратор 6 генерирует колебания инерционной массы 5, которые через опорную плиту 2 передаются на грунт. В таком источнике величина колебательного воздействия зависит от значения инерционной массы груза, и для проведения исследований на больших глубинах нужно существенно увеличивать массу всей системы.

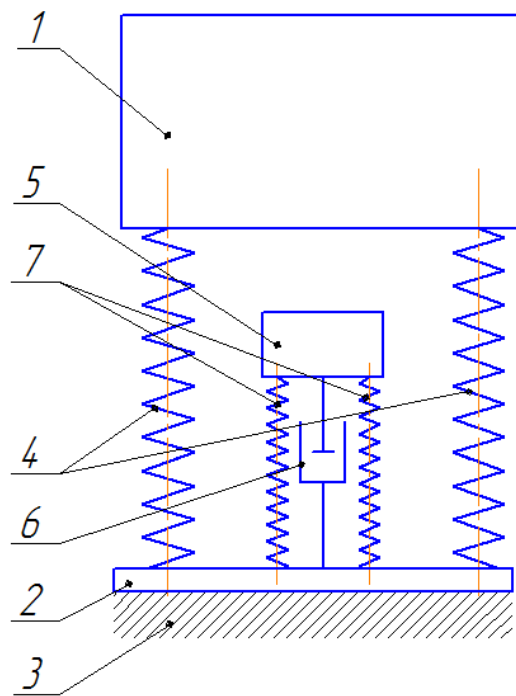
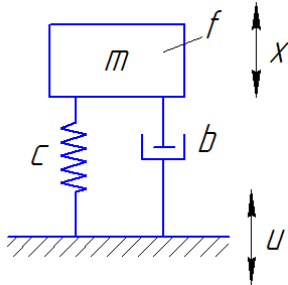
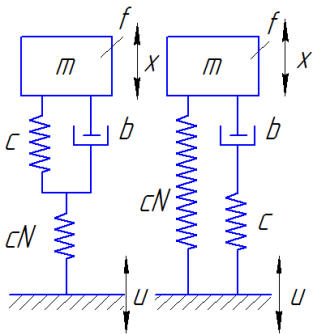
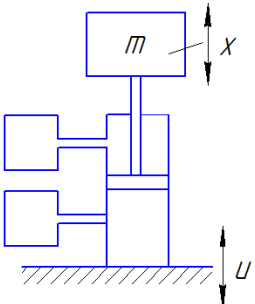
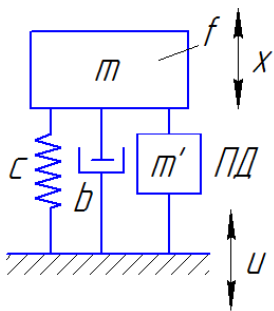
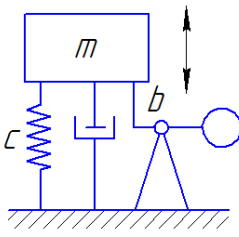
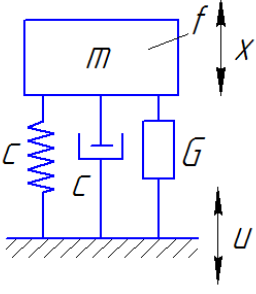
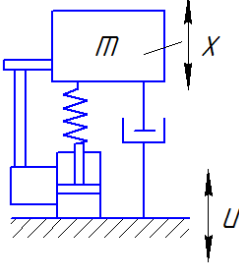
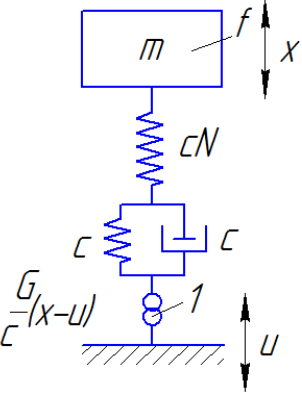
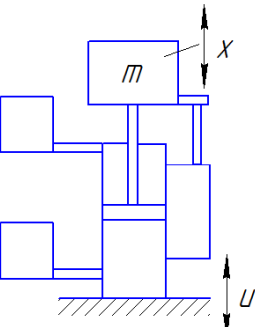


Рисунок 1.3.1 – Схема вибрационного источника: 1 – инерционный груз; 2 – опорная плита; 3 – грунт; 4, 7 – пружины; 5 – инерционная масса; 6 – вибратор

В таблице 1.4.1 [8] приведен ряд вибросистем и выражения их передаточных функций в зависимости от физических параметров. Схема вибросистемы и физическая ее реализация выбирается в зависимости от оптимальной передаточной функции системы.

Таблица 1.4.1 – Типовые схемы вибросистем

№ п/ п	Система	Механическая модель	Физическая реализация	Передаточная функция $H = \frac{P(p) X(p)}{F(p) U(p)}$	Примечание
1	Параллельные пружина и демпфер		-	$\frac{2\varepsilon\omega_n p + \omega_n^2}{p^2 + 2\varepsilon\omega_n p + \omega_n^2}$	$\omega_n^2 = \frac{c}{m}$ $\varepsilon = \frac{b}{2\sqrt{cm}}$
2	Пневматическая система с внутренним дресселированием (или упругоопертый демпфер)			$\frac{(2\varepsilon\omega_n^2 p + \omega_n^3)/(\frac{2\varepsilon}{N} p^3 + \frac{N+1}{N} \omega_n p^2 + 2\varepsilon\omega_n^2 p + \omega_n^3)}{p^2 + 2\varepsilon\omega_n p + \omega_n^2}$	$\omega_n^2 = \frac{c}{m}$ $\varepsilon = \frac{b}{2\sqrt{cm}}$ N – отношение жесткостей последовательной и параллельной пружин
3	Параллельные пружина, демпфер и инерционный элемент с устройством преобразования движения			$\frac{\gamma p^2 + 2\varepsilon\omega_n^2 p + \omega_n^2}{p^2 + 2\varepsilon\omega_n p + \omega_n^2}$	$\omega_n^2 = \frac{c}{m}$ $\varepsilon = \frac{b}{2\sqrt{cm}}$ $\gamma = \frac{m'}{m + m'}$

4	Активная система с управляющим воздействием по интегралу относительного перемещения	 У демпфера $c = b$		$(2\varepsilon\omega_n p^2 + \omega_n^2 p + \mu\omega_n^3)/(p^3 + 2\varepsilon\omega_n p^2 + \omega_n^2 p + \mu\omega_n^3)$	$\omega_n^2 = \frac{c}{m}$ $\varepsilon = \frac{b}{2\sqrt{km}}$ $\mu = \frac{G}{m\omega_n}$ G – коэффициент усиления
5	Активная пневматическая система с внутренним дросселированием	 У демпфера $c = b$		$(2\varepsilon\omega_n^2 + p^2 + (1 + 2\varepsilon\mu)\omega_n^3 p + \mu\omega_n^4)/(\frac{2\varepsilon}{N}p^4 + \frac{N+1}{N}\omega_n p^3 + 2\varepsilon\omega_n^2 p^2 + (1 + 2\varepsilon h)\omega_n p + \mu\omega_n^4)$	$\omega_n^2 = \frac{c}{m}$ $\varepsilon = \frac{b}{2\sqrt{km}}$ $\mu = \frac{G}{m\omega_n^3}$ N – отношение жесткостей, G – коэффициент усиления, 1 – генератор скорости

1.4 Составление гидравлической схемы устройства

Общая схема импульсного виброисточника представлена на рисунке 1.4.1.

Груз массой m располагается на шлангах высокого давления, которые обеспечивают его вертикальное колебательное движение с помощью генератора колебаний, соединенного с двигателем.

Масса груза m в статическом состоянии создает собственную силу прижима $F_{\text{приж}}$ под действием силы тяжести. «Подбрасывание» груза вызывает импульсную составляющую F^* , действующую на шланги

высокого давления. Общую силу, действующую на грунт со стороны прибора, обозначим F .

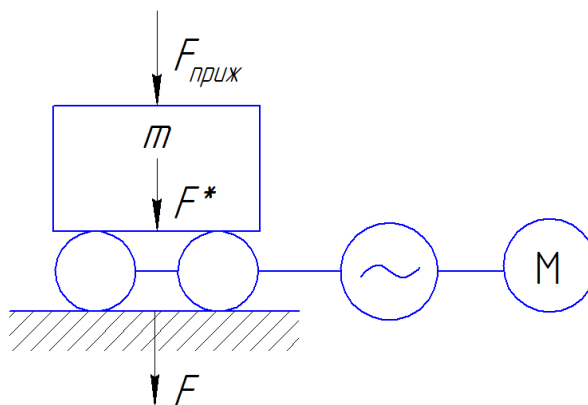


Рисунок 1.4.1 – Общая схема устройства

Предварительная схема устройства представлена на рисунке 1.4.2.

«Перед началом работы корпус 1 с излучающей плитой 15 устанавливается на грунт на точку возбуждения. Груз 2 тросом 3 поднимается в начальное положение, в котором фиксируется упорами 10. После подачи управляющего сигнала упоры от системы управления 11 упоры освобождают груз 2. В момент взаимодействия груза 2 с амортизатором 7 (в начальный момент возникновения импульса) запускается генератор колебаний 12, возбуждающий через магистраль 13 в поджатых упругих оболочках линейный частотно-модулированный сигнал (силовое воздействие), которое, благодаря импульсу силы и нелинейности упругих оболочек, существенно возрастает.

Возврат груза 2 в начальное положение осуществляется амортизатором 7 энергией гидропневмоаккумулятора 9. Трос 3 необходим для подъема груза 2 в начале работы устройства.» [10]

За счет данной схемы устройства возможно генерировать силовой вибрационный импульсный сигнал без существенного веса источника.

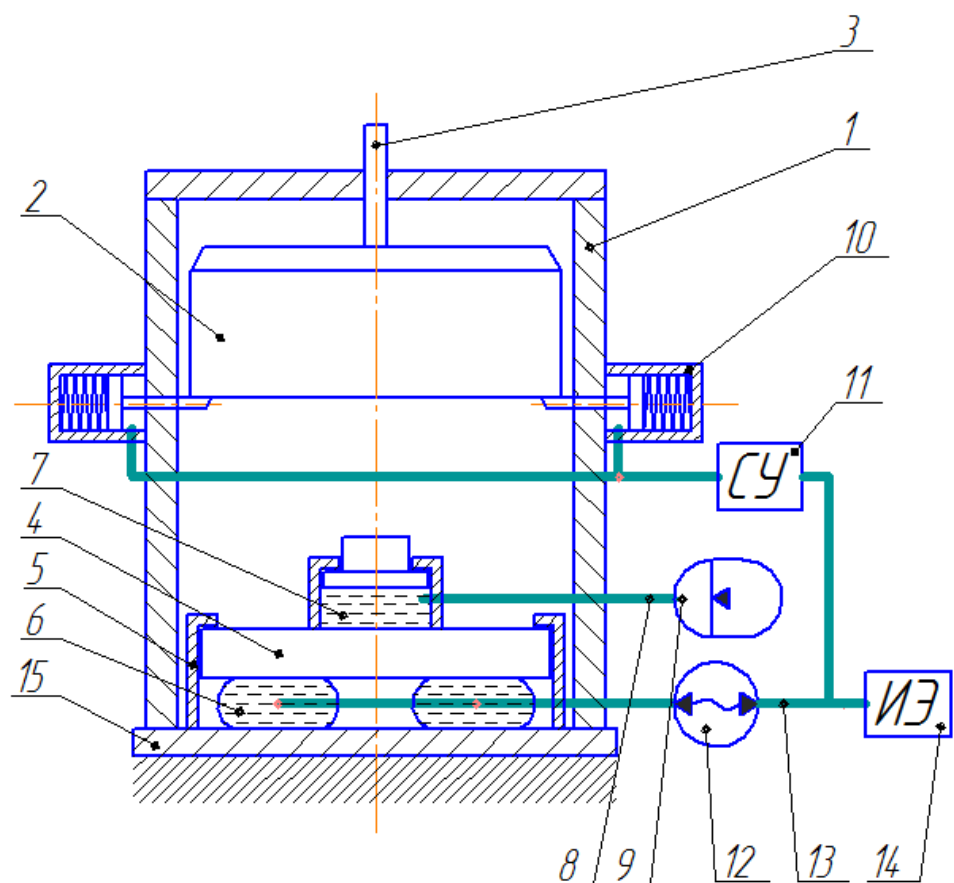


Рисунок 1.4.2 – Предварительная схема устройства

В ходе изучения работы прибора была получена окончательная схема устройства с гидравлическим приводом (рисунок 1.4.3, приложение 1).

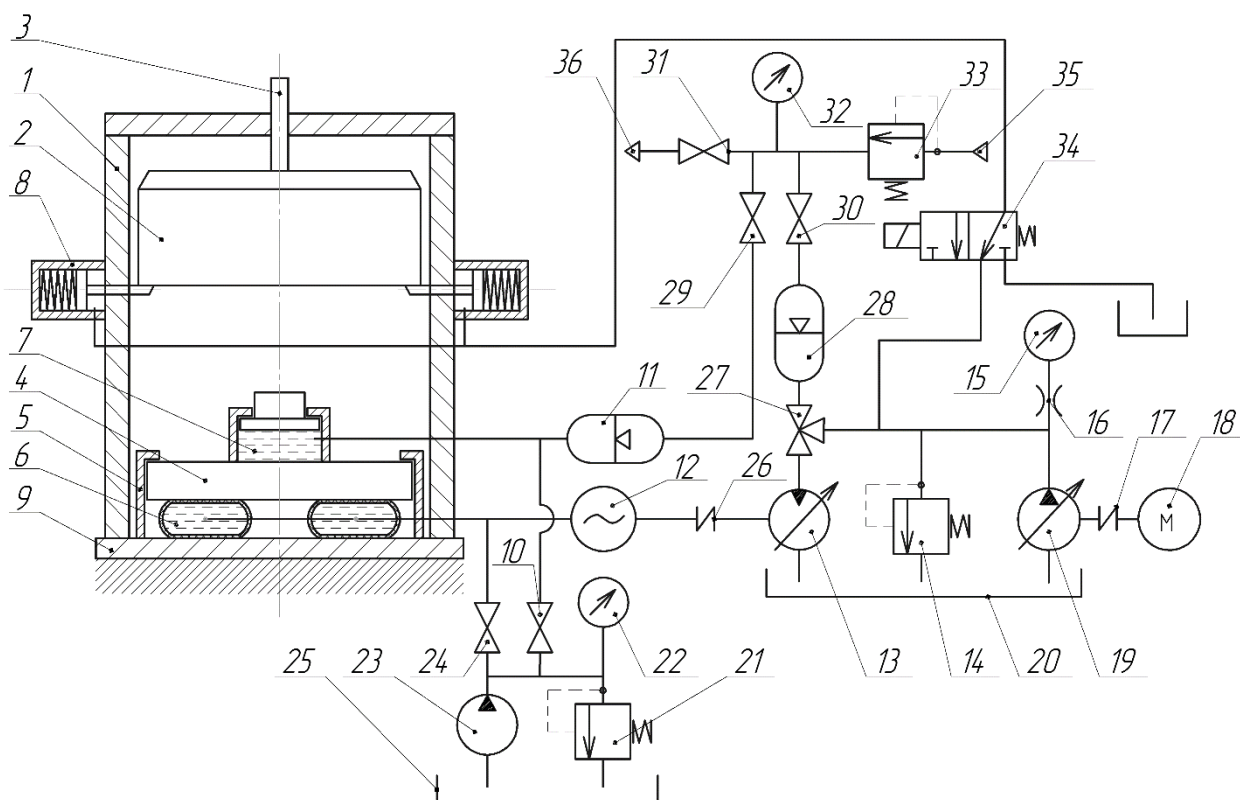


Рисунок 1.4.3 – Источник сейсмических сигналов: 1 – корпус вибромеханизма; 2 – падающий груз; 3 – трос подъема; 4 – инерционная масса; 5 – ограничители; 6 – упругие оболочки (шланги высокого давления); 7 – амортизирующий гидроцилиндр; 8 – упоры; 9 – опорная плита; 10 – магистраль; 11, 28 – гидропневмоаккумулятор; 12 – генератор колебаний; 13 – мотор регулируемый; 14, 21, 33 – предохранительный клапан; 15, 22, 32 – манометр; 16 – дроссель; 17, 26 – муфта; 18 – электродвигатель; 19 – насос регулируемый; 20, 25 – бак; 23 – насос нерегулируемый; 24, 29, 30, 31 – вентиль; 27 – трехходовой кран; 34 – распределитель; 35 – подача газа; 36 – сброс газа

1.5 Описание работы устройства

Устройство устанавливается на грунт опорной плитой 9. На плите 9 расположены шланги высокого давления 6, на которых находится инерционная масса 4. Поверх инерционной массы 4 устанавливается амортизирующий гидроцилиндр 7. Положение инерционной массы 4 фиксируется ограничителями 5. В верхней части устройства содержится груз 2, закрепленный с тросом 3. Упоры 8 для фиксирования в начальном положении груза 2 вмонтированы в корпус 1, который, в свою очередь, закреплен на опорной плите 9.

Шланги высокого давления 6 соединены с генератором колебаний 12 и с вентилем 24. Амортизирующий гидроцилиндр 7 соединен с вентилем 10 и с гидропневмоаккумулятором 11. Гидроцилиндры упоров 8 связаны между собой и соединены с гидрораспределителем 34. Вентиль 24 соединен с насосом 23 и предохранительным клапаном 21, которые связаны с баком 25, а так же с вентилем 10 и с датчиком давления 22. Гидроаккумулятор 11 соединен с вентилем 29. Генератор колебаний 12 соединен муфтой с гидромотором 13, который соединен с трехходовым краном 27 и баком 20. Трехходовой кран так же 27 соединен с гидропневмоаккумулятором 28, с распределителем 34, с предохранительным краном 14, с датчиком давления 15 через дроссель 16 и с насосом 19. Предохранительный кран 14 и насос 19 соединены с баком 20. Насос 19 соединен муфтой 17 с мотором 18. Гидропневмоаккумулятор 28 соединен с вентилем 30. Вентили 30 и 29 соединены с подачей газа 35 через предохранительный клапан 33 и с выходом газа 36 через вентиль 31, а так же с датчиком давления 32.

Подвод рабочей жидкости ко всем элементам осуществляется через трубопроводы.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом работы корпус 1 с опорной плитой 9 устанавливается на грунт на точку возбуждения. Груз 2 тросом 3 поднимается в начальное положение, в котором фиксируется упорами 8.

В зависимости от необходимой нагрузки шланги высокого давления 6, заполняются рабочей жидкостью, путем открывания/закрывания вентиля 24 до необходимого давления, а так же заполняется гидроцилиндр амортизатора 7 и гидропневмоаккумулятор 11 путем открывания/закрывания вентиля 10; при этом насос 23 подает рабочую жидкость под давлением из бака 25, предохранительный клапан 21 служит для настройки давления жидкости; индикацию (контроль) давления осуществляют по датчику давления 22.

Кроме того, производится заполнение гидроцилиндров упоров 8 путем переключения распределителя 34, а так же заполнение гидропневмоаккумулятора 28 (трехходовой кран 27 соединяет насос 19 и гидропневмоаккумулятор 28); при этом насос 19 подает рабочую жидкость под давлением из бака 20, предохранительный клапан 14 служит для настройки давления жидкости; индикацию (контроль) давления осуществляют по датчику давления 15, дроссель 16 предохраняет датчик давления 15 от резких скачков давления в системе.

В то же время, в зависимости от прикладываемой нагрузки и необходимого воздействия на грунт поочередно настраивают давление газа в гидропневмоаккумуляторах 11 и 28, которое может быть не одинаковым, путем открытия/закрытия вентилей 29 и 30; при этом газ поступает через вход 35, предохранительный клапан 33 служит для настройки давления газа до требуемого значения, индикацию (контроль) давления осуществляют по датчику давления 32.

После подачи управляющего сигнала на распределитель 34 упоры 8 освобождают груз 2. В момент взаимодействия груза 2 с амортизатором 7 (в начальный момент возникновения импульса) через гидромотор 13 запускается генератор колебаний 12 путем поворота трехходового крана 27 (соединяем насос 19, гидропневмоаккумулятор 28 и гидромотор 13). Генератор колебаний возбуждает колебания в поджатых упругих оболочках 6, при этом благодаря импульсу силы и нелинейности упругих оболочек, существенно возрастает значение несущего сигнала.

Возврат груза 2 в начальное положение осуществляется амортизатором 7 энергией гидропневмоаккумулятора 11.

Таким образом, не имея существенного транспортного веса сейсмического источника, можно сформировать силовой импульс и наложить на него прецизионный вибрационный сигнал.

1.6 Расчеты схемы воздействия

1) Амплитуда

Сила тяжести, действующая на шланги высокого давления со стороны падающего груза:

$$F_{\text{тяж}} = mg.$$

Суммарная жесткость материала шлангов:

$$C = C_{\text{ш}} + C_{P_0} + C_{\Delta F},$$

где $C_{\text{ш}}$ – собственная жесткость;

C_{P_0} – жесткость, обусловленная предварительным давлением в рукаве;

$C_{\Delta F}$ – жесткость, обусловленная возрастанием площади;

$$C_{\text{ш}} = C_{\text{ш}}L;$$

$$C_{P_0} = \frac{\pi}{2}P_0L;$$

$$C_{\Delta F} = \frac{\pi^2 x_2 L^2}{4\beta W_0}.$$

Суммарно:

$$C = C_{\text{ш}}L + \frac{\pi}{2}P_0L + \frac{\pi^2 x_2 L^2}{4\beta W_0},$$

где L – длина шланга;

P_0 – начальное давление в шланге;

x_2 – начальное сжатие шланга;

β – вязкость материала шланга;

W_0 – начальный объем шланга.

По закону Гука в двух шлангах создается сила упругости, противодействующая силе тяжести падающего груза:

$$F_{\text{тяж}} = F_{\text{упр}} = 2C\Delta x,$$

откуда относительное сжатие материала каждого шланга:

$$\Delta x = \frac{F_{\text{упр}}}{2C} = \frac{mg}{2C}.$$

Давление, действующее со стороны груза на шланги:

$$\Delta P = \frac{F_{\text{тяж}}}{S} = \frac{F_{\text{упр}}}{S} = \frac{2C\Delta x}{S},$$

где S – площадь соприкосновения груза со шлангами.

Коэффициент сжимаемости жидкости:

$$\beta = \frac{\Delta W}{\Delta P \cdot W_0},$$

где W_0 – начальный объем,

ΔW – изменение объема жидкости;

ΔP – изменение давления.

Отсюда:

$$\Delta W = \beta \cdot \Delta P \cdot W_0.$$

Объем одного шланга в начальном состоянии:

$$W_0 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L,$$

где D – диаметр шланга.

В итоге получим изменение объема жидкости в одном шланге:

$$\Delta W = \beta \cdot \frac{2C\Delta x}{S} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot L.$$

Итак, объем жидкости в шланге после падения груза:

$$W = W_0 - \Delta W = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L - \beta \cdot \frac{2C\Delta x}{S} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot \left(1 - \beta \cdot \frac{2C\Delta x}{S}\right).$$

Избыточный объем жидкости, подаваемый генератором колебаний в полости шлангов высокого давления, будет равен:

$$W_{\text{изб}} = S \cdot l,$$

где $S = (\pi d^2)/4$ – площадь сечения плунжера генератора;

l – ход плунжера генератора;

получим:

$$W_{\text{изб}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l.$$

В каждом шланге избыток объема будет равен:

$$W_{изб} = \frac{\pi d^2 l}{8}.$$

Тогда максимальный объем одного шланга:

$$W_{max} = W + W_{изб};$$

$$W_{max} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot \left(1 - \beta \cdot \frac{2C\Delta x}{S}\right) + \frac{\pi d^2 l}{8}.$$

2) Частота

Расход гидромотора будет равен:

$$Q = q \cdot n,$$

где q – рабочий объем гидромотора;

n – частота вращения гидромотора.

Тогда частота вращения генератора колебаний, равная частоте вращения гидромотора, будет равна:

$$n = \frac{Q}{q}.$$

Получим частоту колебаний устройства:

$$\nu = \frac{Q}{q} \cdot k,$$

где k – коэффициент = $(1 \div 3)$, количество колебаний в секунду, зависящий от кратности генератора.

Согласно созданной математической модели, построим графики зависимостей величин для проектируемой системы (рисунок 1.5.1): по оси абсцисс – время, по оси ординат – амплитуда, где изменяемые величины:

dt – шаг по времени;

c – жесткость шлангов высокого давления;

$alfa$ – коэффициент симметрии;

m – масса падающего груза;

kc – коэффициент вязкости;

a — амплитуда колебаний;

ii — модуль упругости системы;

d — частота колебаний;

графики функций:

fX — среднее значение амплитуды колебаний системы;

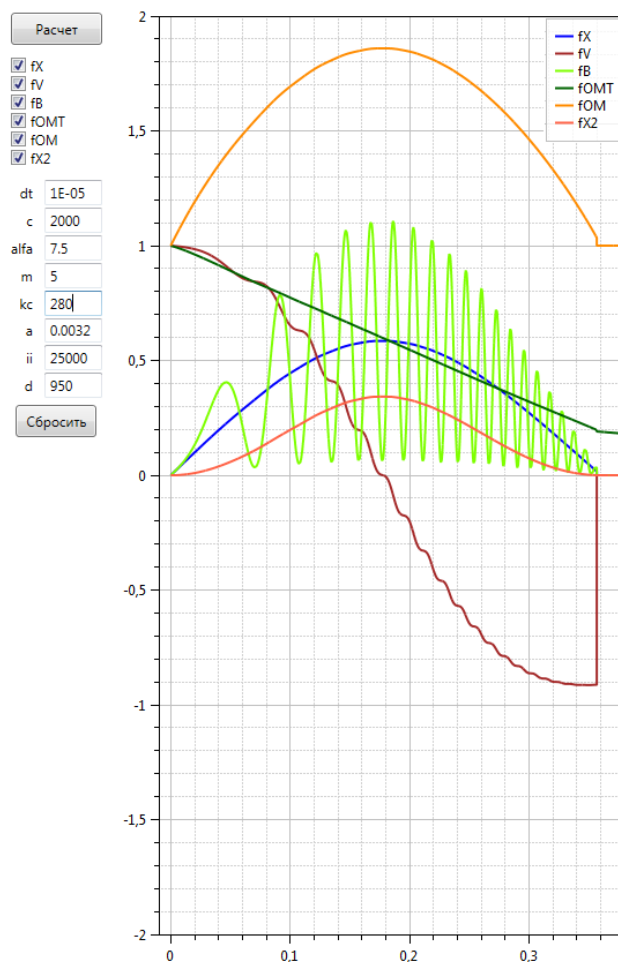
fV — просадка падающего груза;

fB — колебания системы;

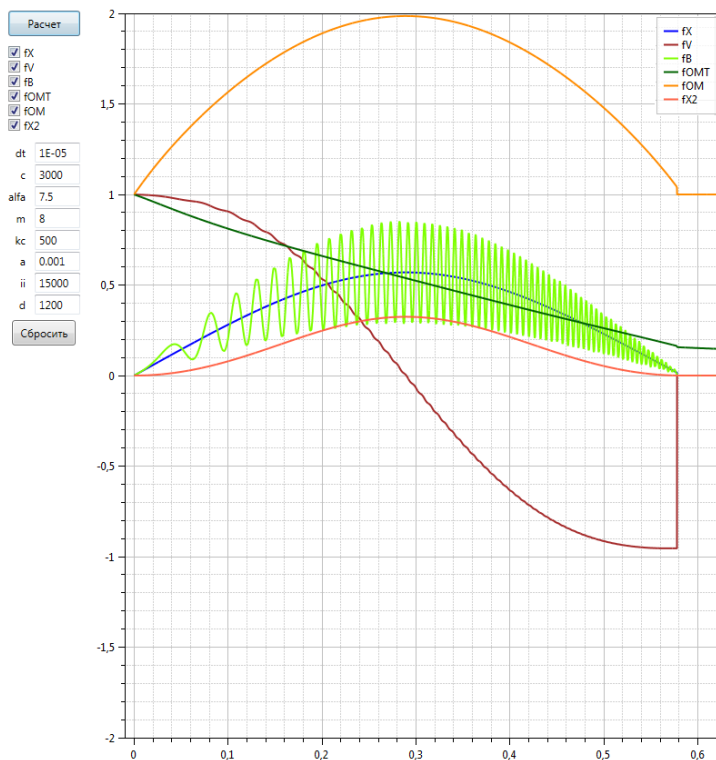
$fOMT$ — потенциальная энергия падающего груза;

fOM — импульс падающего груза — максимальное значение амплитуды колебаний системы;

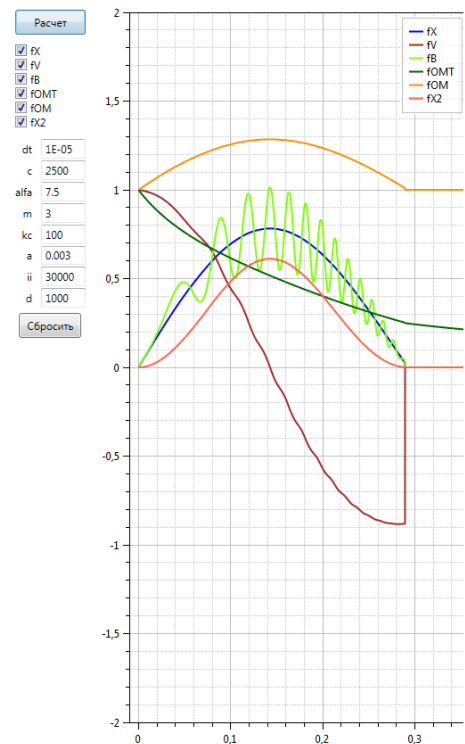
$fX2$ — минимальное значение амплитуды колебаний системы.



а) исходные параметры: $dt = 10^{-5}$, $c = 2000 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$; $alfa = 7,5$; $m = 5$ кг; $kc = 80$; $a = 0,0032$ мм; $ii = 25000$ МПа; $d = 950$ Гц.



б) исходные параметры: $dt = 10^{-5}$, $c = 3000 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$; $alfa = 7,5$; $m = 8$ кг; $kc = 500$; $a = 0,001$ мм; $ii = 15000$ МПа; $d = 1200$ Гц.



в) исходные параметры: $dt = 10^{-5}$, $c = 2500 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$; $alfa = 7,5$; $m = 3$ кг; $kc = 100$; $a = 0,003$ мм; $ii = 30000$ МПа; $d = 1000$ Гц.

Рисунок 1.5.1 – Графики зависимостей системы

Вывод

В ходе работы над конструкторской частью был проведен литературный анализ аналогов источников сейсмических сигналов, изучен принцип работы вибрационных источников и типовые схемы вибрационных систем. Построена схема вибрационного источника сейсмических сигналов с гидравлической схемой управления. По приведенным расчетам создана математическая модель, на основе которой можно вычислить необходимые параметры источника. Для наглядности приведены графики зависимостей величин.

2 Технологическая часть

Введение

Технологией называют науку о получении сырья и изготовлении из него определенной продукции. Основная задача специалиста при разработке технологического процесса заключается в нахождении оптимального варианта перехода от заготовки к готовой детали требуемого качества при ее наименьшей себестоимости.

2.1 Анализ технологичности детали

Под технологичностью детали понимают совокупность ее свойств, позволяющих изготовить деталь с наименьшими затратами.

Оценку технологичности детали проводят по 4 группам признаков (критериев технологичности):

- технологичность заготовки;
- технологичность общей конфигурации детали;
- технологичность базирования и закрепления;
- технологичность обрабатываемых поверхностей. [11]

Оценим технологичность детали типа фланец (рисунок 2.1.1).

Заготовкой для фланца выбран стальной круглый прокат, максимально приближенный по форме к готовой детали для уменьшения себестоимости обработки. Материал заготовки – сталь 10 – обладает возможностью обработки резанием, что позволяет точить деталь на токарном станке с последующим шлифованием.

Общая конфигурация фланца приближена к типовому, что позволяет использовать типовой технологический процесс как основу для данной детали. Имеется возможность обработки одновременно нескольких поверхностей детали.

Деталь имеет опорную поверхность (базу) для установки в приспособление. Маршрут обработки детали построен по принципу совпадения технологической и измерительной баз для получения минимальной погрешности установки.

Малые значения шероховатости поверхностей детали ($Ra\ 1,6$; $Ra\ 0,8$) и высокий класс точности некоторых размеров (6-7) увеличивают себестоимость обработки детали, т.к. требуют дополнительных чистовых обработок для достижения требуемых параметров поверхностей. Присутствие покрытия в технологическом процессе (Хим. Окс.) также увеличивает затраты на изготовление.

В итоге, деталь может считаться не технологичной только по показателям обрабатываемых поверхностей. В остальном фланец отвечает требованиям технологичности.

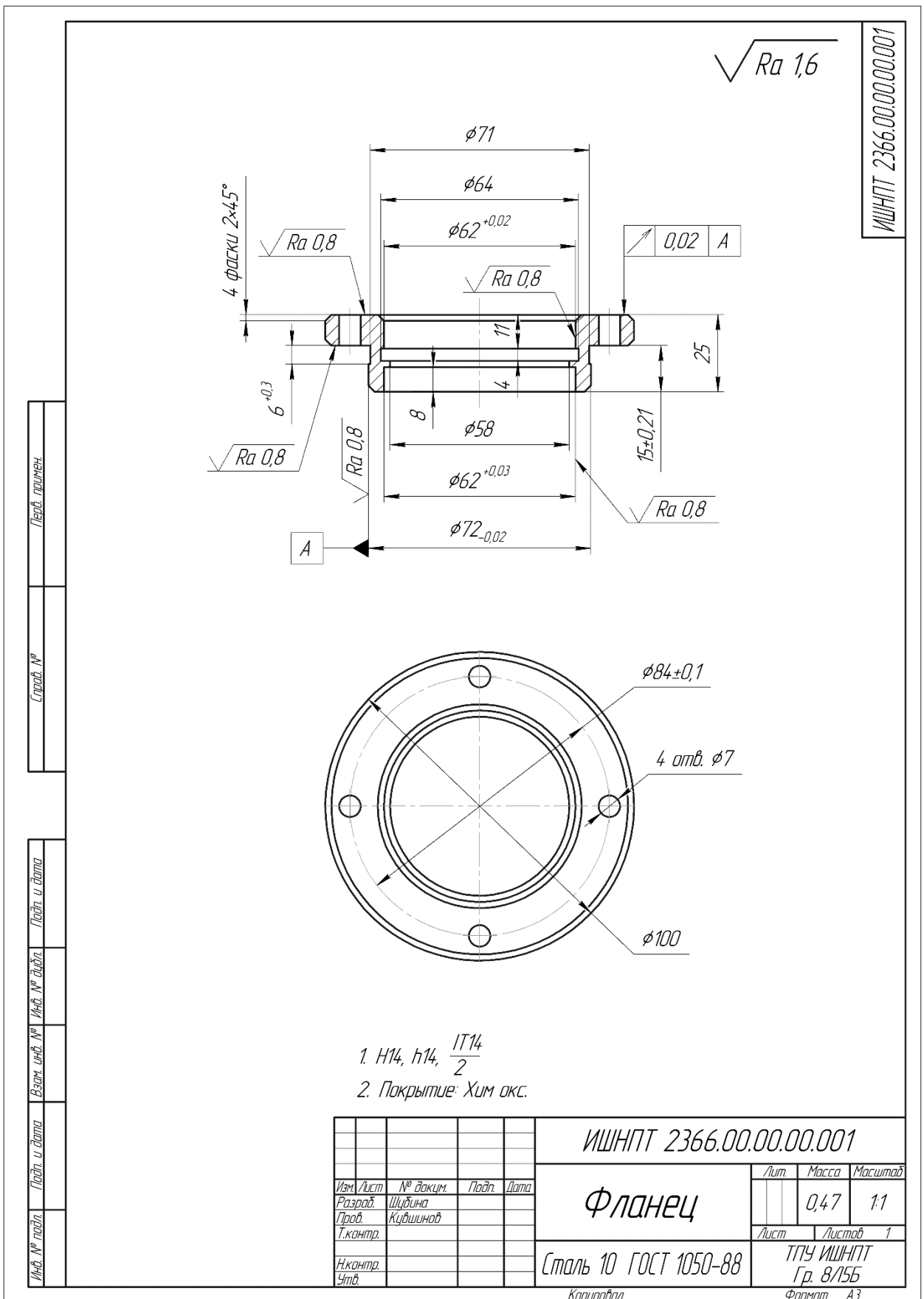


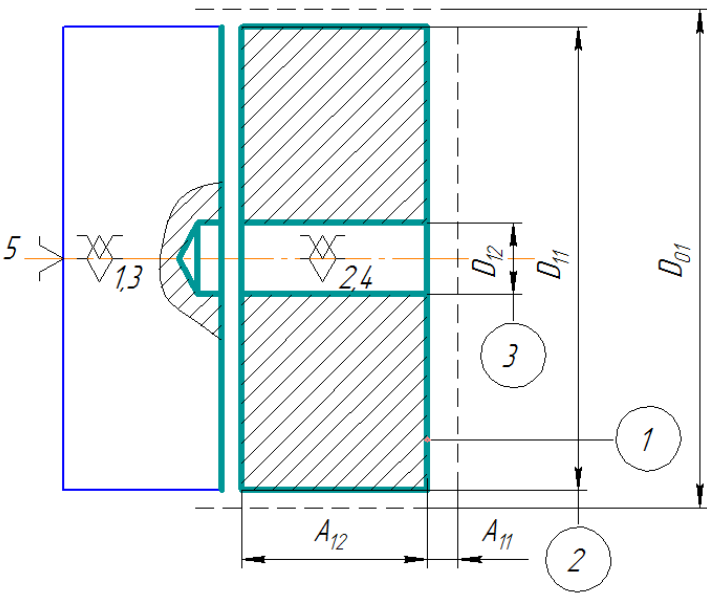
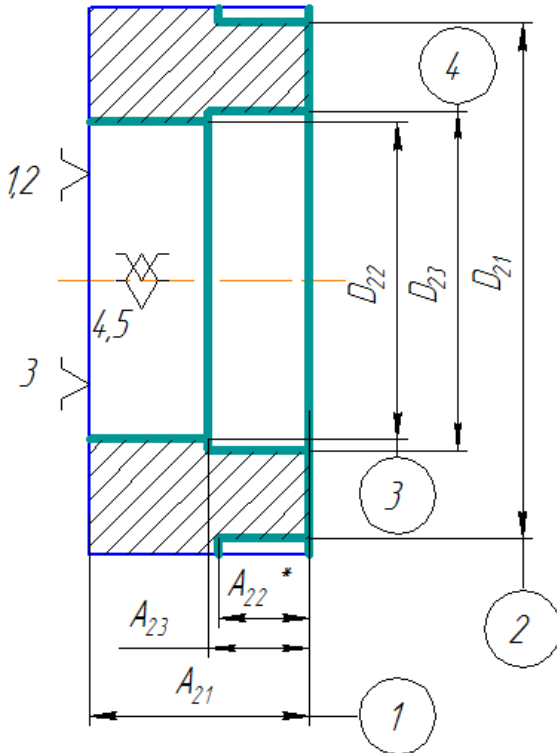
Рисунок 2.1.1 – Чертеж фланца

2.2 Технологический маршрут

В ходе анализа технологичности фланца были выявлены основные операции, необходимые для получения детали; составлен технологический маршрут (таблица 2.2.1), включающий следующие этапы изготовления:

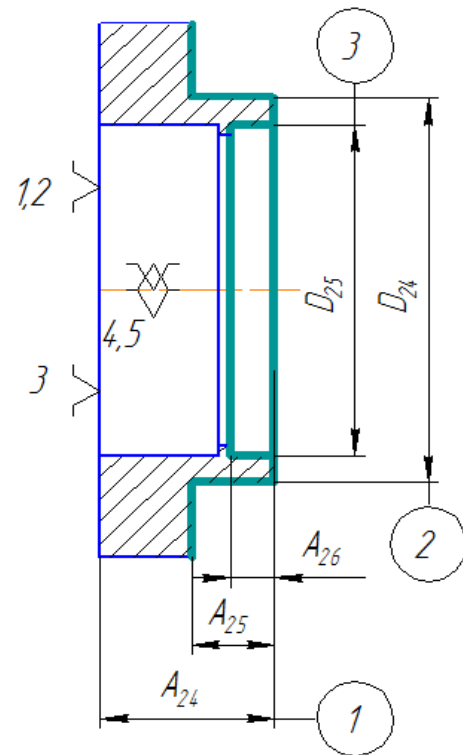
- 1) Заготовительная
- 2) Токарная черновая
- 3) Сверлильная
- 4) Токарная с ЧПУ
- 5) Шлифование
- 6) Химическое оксидирование
- 7) Контроль

Таблица 2.2.1 – Технологический маршрут

Операция	Операционный эскиз
1. Заготовительная А 1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11} 2) Точить поверхность 2, выдерживая размер D_{11} 3) Центровать торец 4) Сверлить отверстие 3, выдерживая размер D_{12} 5) Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{12}	
2. Токарная (черновая) А 1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{21} 2) Точить поверхность 2, выдерживая размеры D_{21} и A_{22}^* 3) Расточить отверстие 3, выдерживая размер D_{22} 4) Расточить отверстие 4, выдерживая размеры D_{23} и A_{23}	

Б

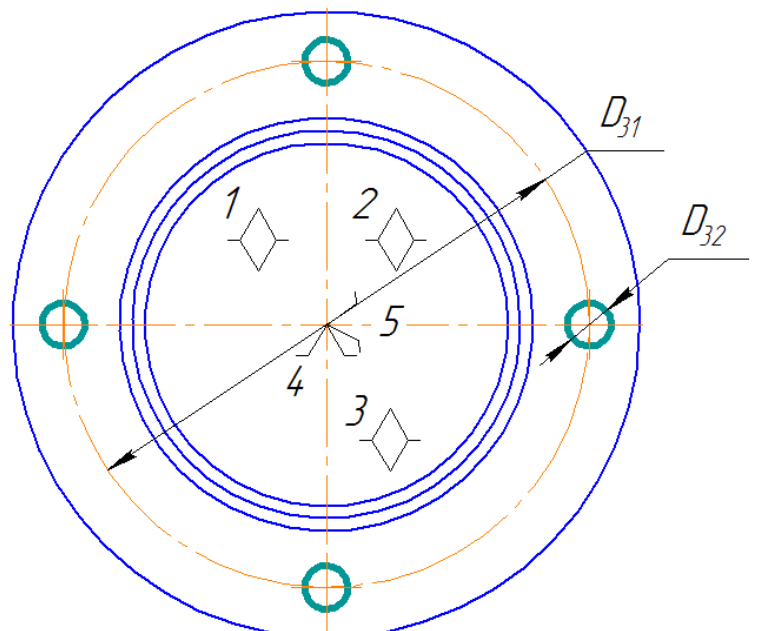
- 1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{24}
- 2) Точить поверхность 2, выдерживая размеры D_{24} и A_{25}
- 3) Расточить поверхность 3, выдерживая размеры D_{25} и A_{26}



3. Сверлильная

А. Установить и закрепить заготовку на разжимную оправку

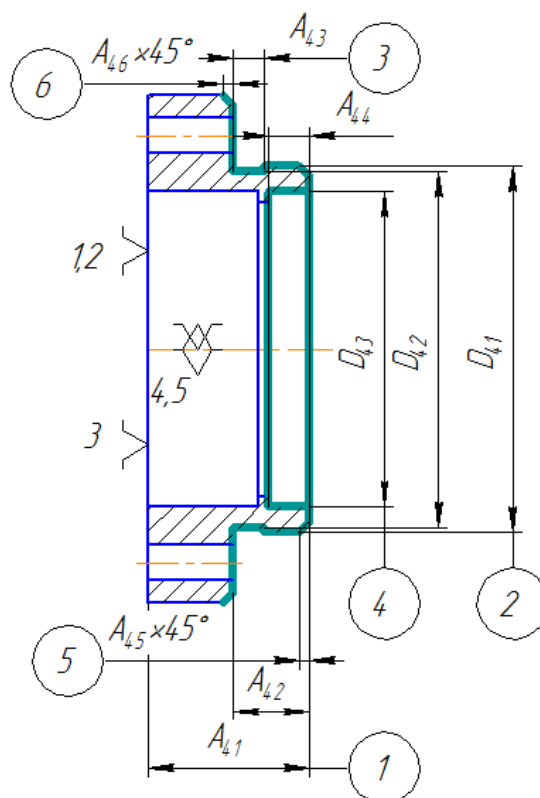
- 1) Сверлить отверстия, выдерживая размеры D_{31} и D_{32}



4. Токарная с ЧПУ

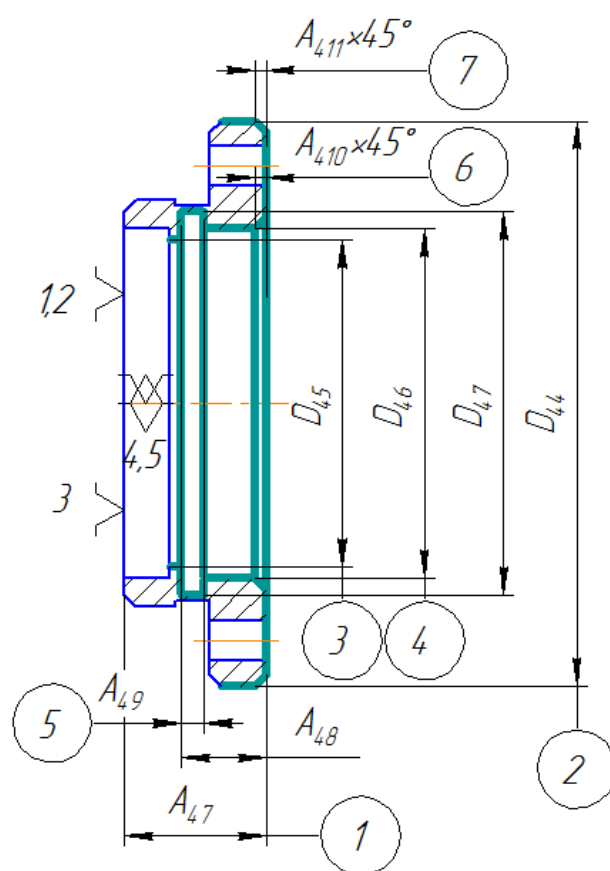
А

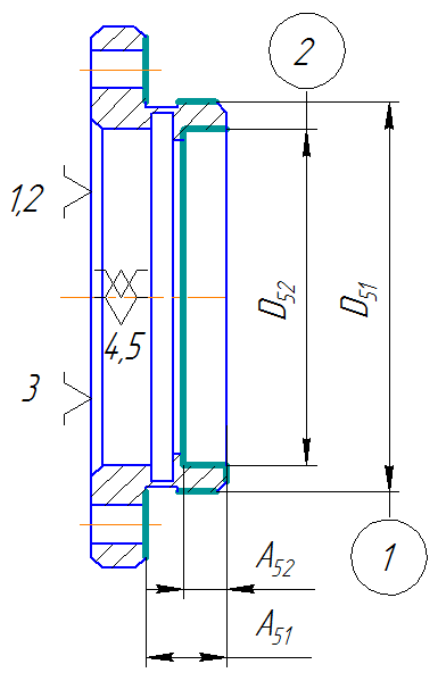
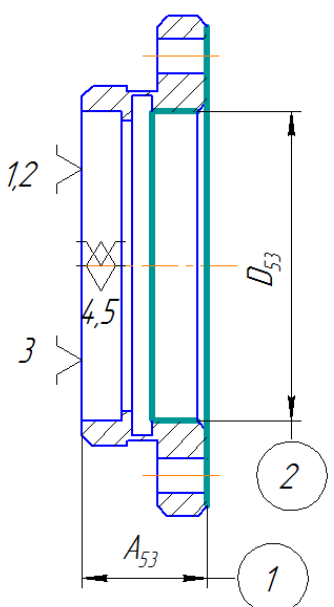
- 1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{41}
- 2) Точить поверхность 2, выдерживая размеры D_{41} и A_{42}
- 3) Точить канавку 3, выдерживая размеры D_{42} и A_{43}
- 4) Точить поверхность 4, выдерживая размеры D_{43} и A_{44}
- 5) Точить фаску 5, выдерживая размер $A_{45} \times 45^\circ$
- 6) Точить фаску 6, выдерживая размер $A_{46} \times 45^\circ$



Б

- 1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{47}
- 2) Точить поверхность 2, выдерживая размер D_{44}
- 3) Точить поверхность 3, выдерживая размер D_{45}
- 4) Точить поверхность 4, выдерживая размеры D_{46} и A_{48}
- 5) Точить канавку 5, выдерживая размеры A_{49} и D_{47}
- 6) Точить фаску 6, выдерживая размер $A_{410} \times 45^\circ$
- 7) Точить фаску 7, выдерживая размер $A_{411} \times 45^\circ$



5. Шлифование А 1) Шлифовать поверхность 1, выдерживая размеры A_{51} и D_{51} 2) Шлифовать поверхность 2, выдерживая размеры A_{52} и D_{52}	
Б 1) Шлифовать поверхность 1, выдерживая размер A_{53} 2) Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер D_{53}	
13. Химическое оксидирование	
14. Контрольная	

На основе технологического маршрута составлена размерная схема обработки детали и граф дерево (приложение 2). Размерная схема и граф дерево используются для определения технологических линейных и диаметральных размеров детали и их предельных отклонений.

2.3 Определение допусков на технологические диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности ω_{c_i} (Приложение 1 [12]).

Определим допуски на диаметральные размеры:

$TD_{01} = 0,4 \text{ мм};$	$TD_{42} = 0,74 \text{ мм};$
$TD_{11} = 0,4 \text{ мм};$	$TD_{43} = 0,2 \text{ мм};$
$TD_{12} = 0,15 \text{ мм};$	$TD_{44} = 0,87 \text{ мм};$
$TD_{21} = 0,4 \text{ мм};$	$TD_{45} = 0,74 \text{ мм};$
$TD_{22} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{46} = 0,2 \text{ мм};$
$TD_{23} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{47} = 0,74 \text{ мм};$
$TD_{24} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{51} = 0,02 \text{ мм};$
$TD_{25} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{52} = 0,03 \text{ мм};$
$TD_{22} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{53} = 0,02 \text{ мм};$
$TD_{41} = 0,2 \text{ мм};$	

2.4 Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения

Формула для определения минимального припуска на обработку поверхности вращения имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2} \right),$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [12]);

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [12]);

ρ – точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [12]);

ε – погрешность закрепления заготовки, мкм (Приложение 4 [12]).

Запишем величины $z_{i \min}$ в таблицу 2.4.1 для всех диаметральных припусков:

Таблица 2.4.1 – Значения диаметральных припусков

	Rz_{i-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	ρ_{i-1} , мкм	ε_{y_i} , мкм	$Z_{Di \min}$, мм
$Z_{D11 \min}$	100	120	-	270	0,9
$Z_{D21 \min}$	100	80	50	60	0,5
$Z_{D22 \min}$	100	80	40	60	0,5
$Z_{D41 \min}$	100	80	40	60	0,5
$Z_{D43 \min}$	100	80	40	60	0,5
$Z_{D44 \min}$	100	80	50	50	0,5
$Z_{D45 \min}$	100	80	40	25	0,4
$Z_{D46 \min}$	100	80	40	25	0,4
$Z_{D51 \min}$	20	25	40	25	0,2
$Z_{D52 \min}$	20	25	40	25	0,1
$Z_{D53 \min}$	20	25	40	25	0,1

2.5 Расчет диаметральных технологических размеров

Расчет выполняется методом максимума-минимума с использованием способа средних значений. Для расчета составляются размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения.

2.5.1 Расчет диаметра проката.

Для определения диаметра проката D_{01} необходимо рассмотреть технологическую цепь, содержащую этот размер (рисунок 2.5.1.1).

В этой цепи известно: полностью составляющее звено D_{44} ($D_{44} = K_{D1} = 100_{-0,87}$), допуски составляющих звеньев D_{21} , D_{11} , D_{01} и минимальные значения замыкающих звеньев – припусков $Z_{D44 \min}$, $Z_{D21 \min}$, $Z_{D11 \min}$.

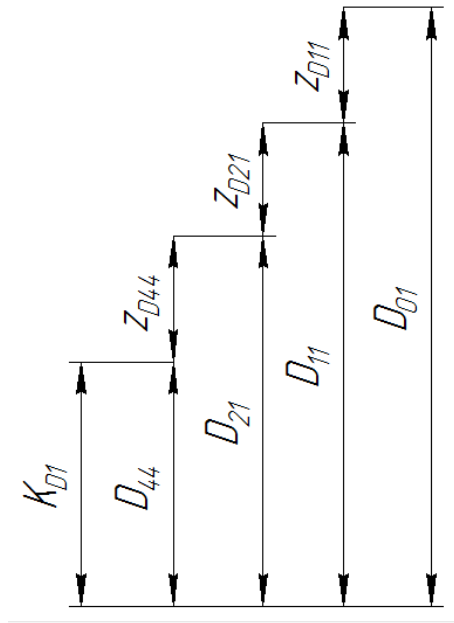


Рисунок 2.5.1.1 – Размерная схема для определения диаметра проката

Решение:

1) Рассмотрим часть цепи D_{44} , z_{D44} , D_{21} (рисунок 2.5.1.2, а).

а) Определим среднее значение D_{44} :

$$D_{44}^c = D_{44} + \frac{HOD_{44} + BOD_{44}}{2} = 100 + \frac{-0,87 + 0}{2} = 99,565 \text{ мм.}$$

Звено D_{44} записывается в виде $D_{44} = 99,565 \pm 0,435 \text{ мм.}$

б) Находим среднее значение z_{D44} :

$$z_{D44}^c = z_{D44 \text{ min}} + \frac{TD_{44} + TD_{21}}{2} = 0,501 + \frac{0,87 + 0,4}{2} = 1,136 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{21} :

$$D_{21}^c = D_{44}^c + z_{D44}^c = 99,565 + 1,136 = 100,701 \text{ мм.}$$

д) Вычислим номинальное значение звена D_{21} :

$$D_{21} = D_{21}^c - \frac{BOD_{21} + HOD_{21}}{2} = 100,701 - \frac{0 - 0,4}{2} = 100,901 \text{ мм.}$$

Следовательно, расчетное значение этого звена:

$$D_{21} = 100,901_{-0,4} \text{ мм.}$$

е) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D44} :

$$z_{D44\phi} = D_{21\phi} - D_{44} = 100,901_{-0,4} - 99,565_{-0,435}^{+0,435} = 1,336_{-0,835}^{+0,435}.$$

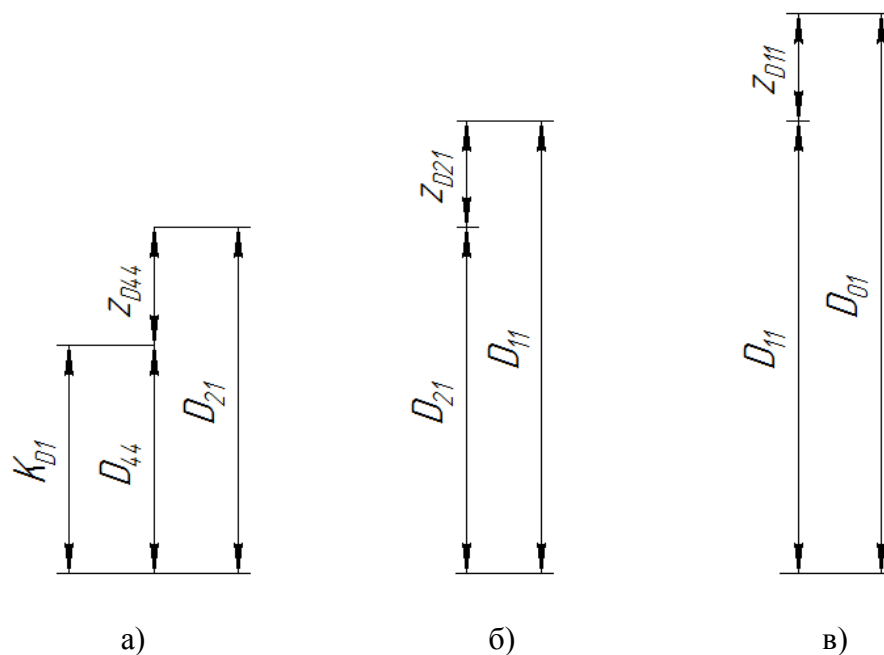


Рисунок 2.5.1.2 – Размерные схемы для определения наружных диаметральных размеров

2) Рассмотрим цепь D_{21} , z_{D21} , D_{11} (рисунок 2.5.1.2, б).

а) Находим среднее значение z_{D21} :

$$z_{D21}^c = z_{D21 \min} + \frac{TD_{21} + TD_{11}}{2} = 0,516 + \frac{0,4 + 0,4}{2} = 0,916 \text{ мм.}$$

б) Определим среднее значение звена D_{11} :

$$D_{11}^c = D_{21}^c + z_{D21}^c = 100,701 + 0,916 = 101,617 \text{ mm.}$$

с) Вычислим номинальное значение звена D_{11} :

$$D_{11} = D_{11}^c - \frac{BOD_{11} + HOD_{11}}{2} = 101,617 - \frac{0 - 0,4}{2} = 101,817 \text{ мм.}$$

Следовательно, расчетное значение этого звена:

$$D_{11} = 101,817_{-0.4} \text{ MM.}$$

д) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D21} :

$$z_{D21\phi} = D_{11\phi} - D_{21} = D_{11} = 101,817_{-0,4} - 100,901_{-0,4} = 0,916_{-0,4}^{+0,4}.$$

3) Рассмотрим цепь D_{11} , z_{D11} , D_{01} (рисунок 2.4.1.2, в).

а) Определим допуск звена D_{01} :

$$TD_{01} = BOD_{01} - HOD_{01} = 0,6 - (-1,7) = 2,3 \text{ мм.}$$

б) Находим среднее значение z_{D11} :

$$z_{D11}^c = z_{D11 \min} + \frac{TD_{11} + TD_{01}}{2} = 0,98 + \frac{0,4 + 2,3}{2} = 2,33 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{01} :

$$D_{01}^c = D_{11}^c + z_{D11}^c = 101,617 + 2,33 = 103,947 \text{ мм.}$$

д) Вычислим номинальное значение звена D_{01} :

$$D_{01} = D_{01}^c - \frac{BOD_{01} + HOD_{01}}{2} = 103,947 - \frac{0,6 - 1,7}{2} = 104,497 \text{ мм.}$$

Следовательно, расчетное значение этого звена:

$$D_{01} = 104,497_{-1,7}^{+0,6} \text{ мм.}$$

Выбираем прокат диаметром $D_{01\phi} = 105_{-1,7}^{+0,6}$.

е) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D11} :

$$z_{D11\phi} = D_{01\phi} - D_{11} = 105_{-1,7}^{+0,6} - 101,817_{-0,4} = 3,183_{-1,7}^{+1}.$$

2.4.2 Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\varnothing 72_{-0,02}$ мм.

Решение:

1) Рассмотрим цепь D_{51}, D_{41}, z_{D51} (рисунок 2.5.2.1, а).

В этой цепи известно: составляющее звено D_{51} ($D_{51} = K_{D2} = 72_{-0,02}$) и минимальное значение припуска $z_{D51 \min} = 0,218$ мм.

а) Определим среднее значение D_{51} :

$$D_{51}^c = D_{51} + \frac{HOD_{51} + BOD_{51}}{2} = 72 + \frac{-0,02 + 0}{2} = 71,99 \text{ мм.}$$

б) Находим среднее значение z_{D51} :

$$z_{D51}^c = z_{D51 \min} + \frac{TD_{41} + TD_{51}}{2} = 0,218 + \frac{0,2 + 0,02}{2} = 0,328 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{41} :

$$D_{41}^c = D_{51}^c + z_{D51}^c = 71,99 + 0,328 = 72,318 \text{ мм.}$$

$$D_{41} = 72,318 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров валов, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наибольший предельный размер, запишем: $D_{41\phi} = 72,418_{-0,2}$ мм.

д) Определим фактическое значение припуска z_{D51} :

$$z_{D51\phi} = D_{41\phi} - D_{51} = 72,418_{-0,2} - 72_{-0,02} = 0,418^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм.}$$

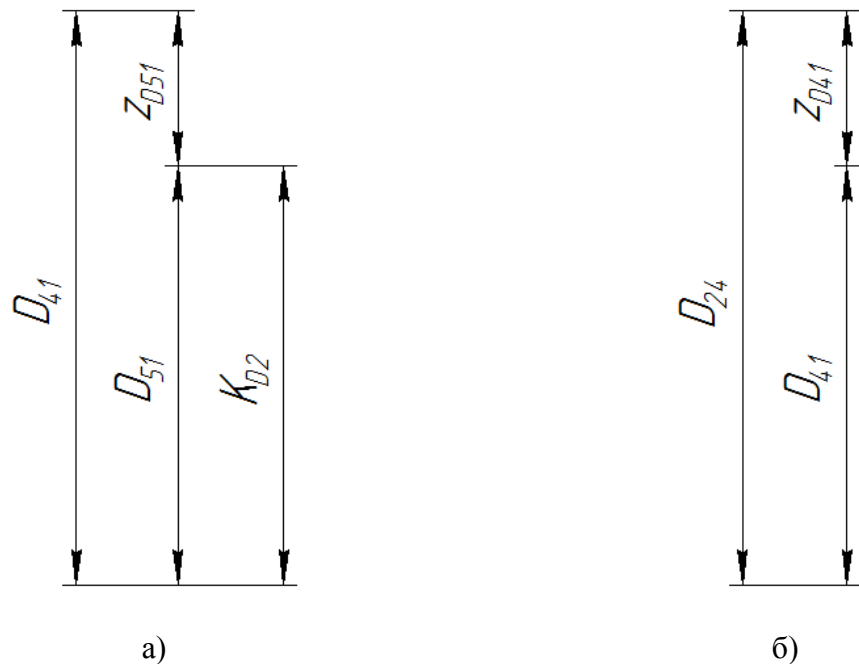


Рисунок 2.5.2.1 – Размерные схемы для определения наружных диаметральных размеров при $\phi 72_{-0,02}$ мм

2) Рассмотрим цепь D_{24}, D_{41}, z_{D41} (рисунок 2.5.2.1, б).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{41} = 72,418_{-0,2}$ и минимальное значение припуска $z_{D41 \min} = 0,504$ мм.

а) Находим среднее значение z_{D41} :

$$z_{D41}^c = z_{D41 \min} + \frac{TD_{24} + TD_{41}}{2} = 0,504 + \frac{0,3 + 0,2}{2} = 0,754 \text{ мм.}$$

б) Определим среднее значение звена D_{24} :

$$D_{24}^c = D_{41}^c + z_{D41}^c = 72,318 + 0,754 = 73,072 \text{ мм.}$$

$$D_{24} = 73,072 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

$$D_{24\phi} = 73,222_{-0,3} \text{ мм.}$$

с) Определим фактическое значение припуска z_{D41} :

$$z_{D_{41}\phi} = D_{24\phi} - D_{41} = 73,222_{-0,3} - 72,418_{-0,2} = 0,804_{-0,3}^{+0,2} \text{ мм.}$$

2.5.3 Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\varnothing 71$ мм.

Решение:

В этой цепи составляющее звено $D_{42} = K_{D7} = 71_{-0,74}$ (рисунок 2.5.3.1).

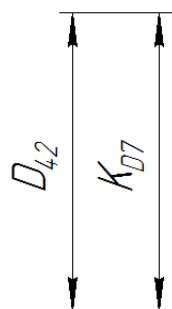


Рисунок 2.5.3.1 – Размерная схема для определения наружного диаметального размера при $\varnothing 71$ мм

2.5.4. Расчет технологических размеров при обработке отверстия $\varnothing 58$ мм.

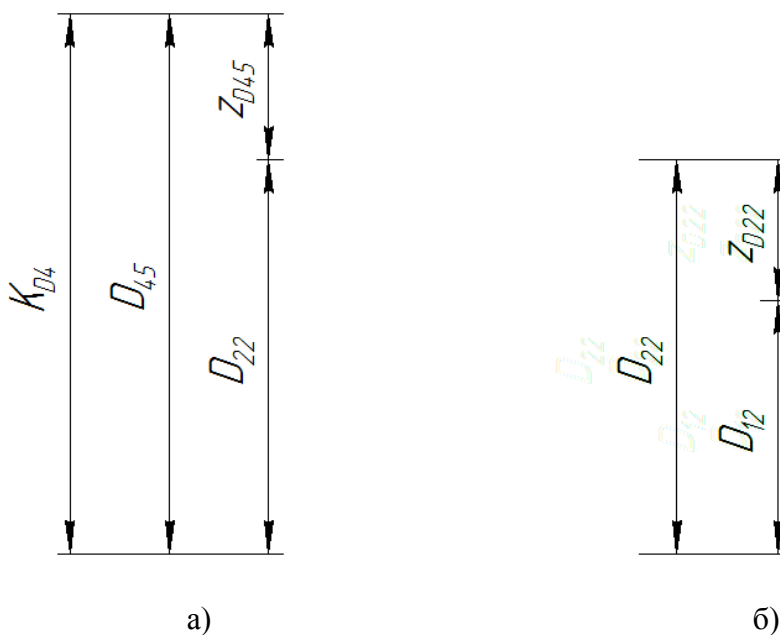


Рисунок 2.5.4.1 – Размерные схемы для определения внутренних размеров при $\varnothing 58$ мм

Решение:

1) Рассмотрим цепь D_{45}, D_{22}, z_{D45} (рисунок 2.5.4.1, а).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{45} = K_{D4} = 58^{+0,74}$ и минимальное значение припуска $z_{D45 \min} = 0,454$ мм.

а) Определим среднее значение D_{45} :

$$D_{45}^c = D_{45} + \frac{HOD_{45} + BOD_{45}}{2} = 58 + \frac{0 + 0,74}{2} = 58,7 \text{ мм.}$$

б) Находим среднее значение z_{D45} :

$$z_{D45}^c = z_{D45 \min} + \frac{TD_{45} + TD_{22}}{2} = 0,454 + \frac{0,74 + 0,3}{2} = 0,974 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{22} :

$$D_{22}^c = D_{45}^c - z_{D45}^c = 58,7 - 0,974 = 57,726 \text{ мм.}$$

$$D_{22} = 57,726 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{22\phi} = 57,576^{+0,3}$ мм.

д) Определим фактическое значение припуска z_{D45} :

$$z_{D45\phi} = D_{45} - D_{22\phi} = 58^{+0,74} - 57,576^{+0,3} = 0,424_{-0,3}^{+0,74} \text{ мм.}$$

2) Рассмотрим цепь D_{22}, D_{12}, z_{D22} (рисунок 2.5.4.1, б).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{22} = 57,576^{+0,3}$ мм и минимальное значение припуска $z_{D22 \min} = 0,504$ мм.

а) Находим среднее значение z_{D22} :

$$z_{D22}^c = z_{D22 \min} + \frac{TD_{22} + TD_{12}}{2} = 0,504 + \frac{0,3 + 0,15}{2} = 0,729 \text{ мм.}$$

б) Определим среднее значение звена D_{12} :

$$D_{12}^c = D_{22}^c - z_{D22}^c = 57,726 - 0,729 = 56,997 \text{ мм.}$$

$$D_{12} = 56,997 \pm 0,075 \text{ мм.}$$

$$D_{12\phi} = 56,922^{+0,15} \text{ мм.}$$

с) Определим фактическое значение припуска z_{D22} :

$$z_{D22} = D_{22} - D_{12\phi} = 57,576^{+0,3} - 56,922^{+0,15} = 0,654_{-0,15}^{+0,3} \text{ мм.}$$

2.5.5 Расчет технологических размеров при обработке отверстия

$\varnothing 62^{+0,02} \text{ мм.}$

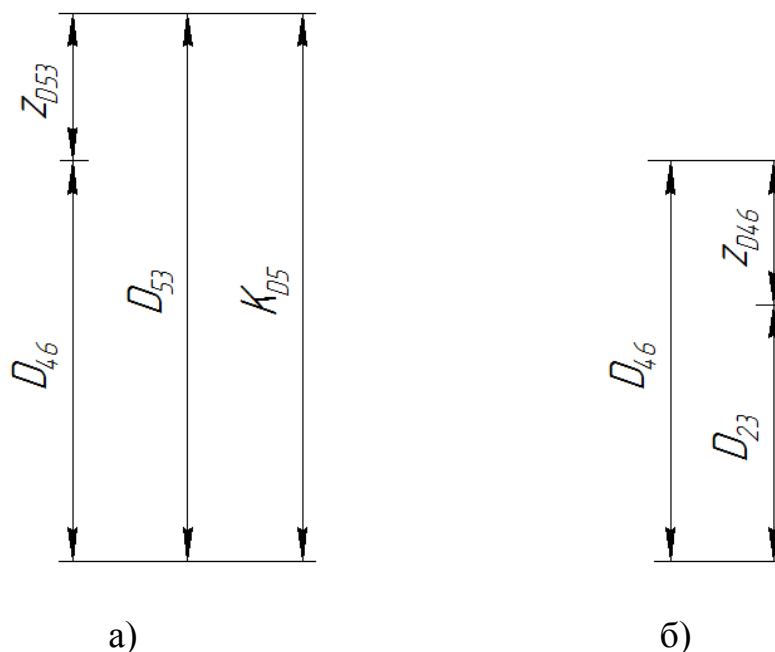


Рисунок 2.5.5.1 – Размерные схемы для определения внутренних размеров при $\varnothing 62^{+0,02} \text{ мм}$

Решение:

1) Рассмотрим цепь D_{46}, D_{53}, z_{D53} (рисунок 2.5.5.1, а).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{53} = K_{D5} = 62^{+0,02}$ и минимальное значение припуска $z_{D53 \min} = 0,184 \text{ мм.}$

а) Определим среднее значение D_{53} :

$$D_{53}^c = D_{53} + \frac{HOD_{53} + BOD_{53}}{2} = 62 + \frac{0 + 0,02}{2} = 62,01 \text{ мм.}$$

б) Находим среднее значение z_{D53} :

$$z_{D53}^c = z_{D53 \min} + \frac{TD_{46} + TD_{53}}{2} = 0,184 + \frac{0,2 + 0,02}{2} = 0,294 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{22} :

$$D_{46}^c = D_{53}^c - z_{D53}^c = 62,01 - 0,294 = 61,716 \text{ мм.}$$

$$D_{46} = 61,716 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{46\phi} = 61,616^{+0,2}$ мм.

d) Определим фактическое значение припуска z_{D53} :

$$z_{D53\phi} = D_{53} - D_{46\phi} = 62^{+0,02} - 61,616^{+0,2} = 0,384_{-0,2}^{+0,02} \text{ мм.}$$

2) Рассмотрим цепь D_{46}, D_{23}, z_{D46} (рисунок 2.5.5.1, б).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{46} = 61,616^{+0,2}$ мм и минимальное значение припуска $z_{D46 \min} = 0,454$ мм.

a) Находим среднее значение z_{D46} :

$$z_{D46}^c = z_{D46 \min} + \frac{TD_{23} + TD_{46}}{2} = 0,454 + \frac{0,3 + 0,2}{2} = 0,704 \text{ мм.}$$

b) Определим среднее значение звена D_{23} :

$$D_{23}^c = D_{46}^c - z_{D46}^c = 61,716 - 0,704 = 61,012 \text{ мм.}$$

$$D_{23} = 61,012 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

$$D_{23\phi} = 60,862^{+0,3} \text{ мм.}$$

c) Определим фактическое значение припуска z_{D46} :

$$z_{D46\phi} = D_{46} - D_{23\phi} = 61,616^{+0,2} - 60,862^{+0,3} = 0,754_{-0,3}^{+0,2} \text{ мм.}$$

2.5.6 Расчет технологических размеров при обработке внутренней поверхности $\varnothing 64$ мм.

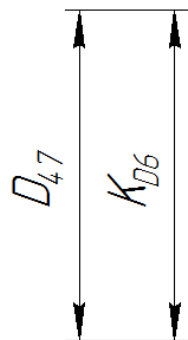


Рисунок 2.5.6.1 – Размерная схема для определения внутреннего технологического размера $\varnothing 64$ мм

Решение:

В этой цепи составляющее звено $D_{47} = K_{D6} = 64^{+0,74}$ (рисунок 2.5.6.1).

2.5.7 Расчет технологических размеров при обработке отверстия

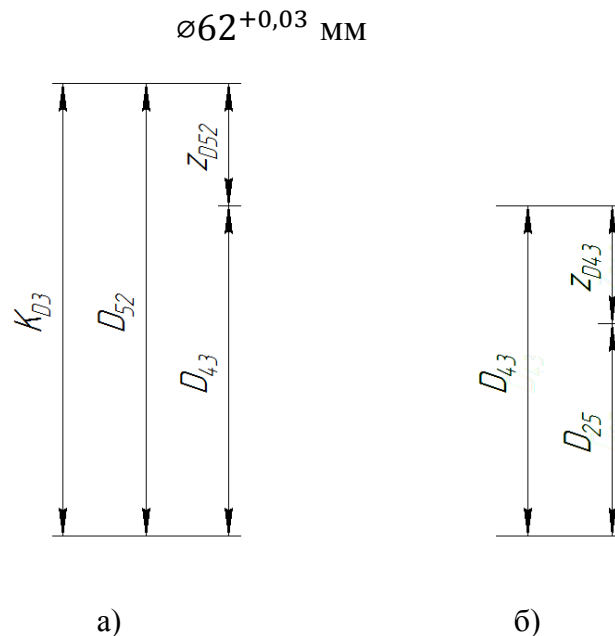


Рисунок 2.5.7.1 – Размерные схемы для определения внутренних технологических размеров при $\varnothing 62^{+0,03}$ мм

Решение:

1) Рассмотрим цепь D_{52}, D_{43}, z_{D52} (рисунок 2.5.7.1, а).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{52} = K_{D3} = 62^{+0,03}$ и минимальное значение припуска $z_{D52 \min} = 0,184$ мм.

а) Определим среднее значение D_{52} :

$$D_{52}^c = D_{52} + \frac{HOD_{52} + BOD_{52}}{2} = 62 + \frac{0 + 0,03}{2} = 62,015 \text{ мм.}$$

б) Находим среднее значение z_{D52} :

$$z_{D52}^c = z_{D52 \min} + \frac{TD_{43} + TD_{52}}{2} = 0,184 + \frac{0,2 + 0,03}{2} = 0,299 \text{ мм.}$$

с) Определим среднее значение звена D_{43} :

$$D_{43}^c = D_{52}^c - z_{D52}^c = 62,015 - 0,299 = 61,716 \text{ мм.}$$

$$D_{43} = 61,716 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{43\phi} = 61,616^{+0,2} \text{ мм.}$

d) Определим фактическое значение припуска z_{D53} :

$$z_{D52\phi} = D_{52} - D_{43\phi} = 62^{+0,03} - 61,616^{+0,2} = 0,384_{-0,2}^{+0,03} \text{ мм.}$$

2) Рассмотрим цепь D_{43}, D_{25}, z_{D43} (рисунок 2.5.7.1, б).

В этой цепи известно: составляющее звено $D_{43} = 61,616^{+0,2} \text{ мм}$ и минимальное значение припуска $z_{D43 \min} = 0,504 \text{ мм.}$

a) Находим среднее значение z_{D43} :

$$z_{D43}^c = z_{D43 \min} + \frac{TD_{25} + TD_{43}}{2} = 0,504 + \frac{0,3 + 0,2}{2} = 0,754 \text{ мм.}$$

b) Определим среднее значение звена D_{25} :

$$D_{25}^c = D_{43}^c - z_{D43}^c = 61,716 - 0,754 = 60,962 \text{ мм.}$$

$$D_{25} = 60,962 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

$$D_{25\phi} = 60,812^{+0,3} \text{ мм.}$$

c) Определим фактическое значение припуска z_{D43} :

$$z_{D43\phi} = D_{43} - D_{25\phi} = 61,616^{+0,2} - 60,812^{+0,3} = 0,804_{-0,3}^{+0,2} \text{ мм.}$$

2.6 Определение допусков на технологические продольные размеры

Допуски на диаметральные размеры в общем случае могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}},$$

где

ω_{ci} — статистическая погрешность, мкм (Приложение 1 [12]);

$\rho_{\text{и}}$ — отклонения измерительной базы, мкм (Приложение 3 [12]);

$\varepsilon_{\text{б}}$ — погрешность базирования, мкм (Приложение 4 [12]).

Запишем величины TA_i в таблицу 2.6.1 для всех линейных технологических размеров и проведем расчет допусков:

Таблица 2.6.1 – Расчет допусков линейных технологических размеров

	ω_{ci} , мм	$\rho_{и}$, мкм	ε_6 , мкм	TA_i ,
TA_{11}	0,30	20	80	0,4
TA_{12}	0,30	-	80	0,38
TA_{21}	0,30	-	-	0,3
TA_{23}	0,30	-	-	0,3
TA_{24}	0,30	-	-	0,3
TA_{25}	0,30	-	-	0,3
TA_{26}	0,30	-	-	0,3
TA_{41}	0,20	-	-	0,2
TA_{42}	0,20	-	-	0,2
TA_{43}	0,30	-	-	0,3
TA_{44}	0,20	-	-	0,2
TA_{45}	0,20	-	-	0,2
TA_{46}	0,20	-	-	0,2
TA_{47}	0,20	-	-	0,2
TA_{48}	0,20	-	-	0,2
TA_{49}	0,20	-	-	0,2
TA_{410}	0,20	-	-	0,2
TA_{411}	0,20	-	-	0,2
TA_{51}	0,15	-	0,2	0,35
TA_{52}	0,15	-	0,2	0,35
TA_{53}	0,15	-	-	0,15

$$TA'_{44} = \frac{T_{ZD44}}{2} = 0,635 \text{ мм};$$

$$TA'_{51} = \frac{T_{ZD51}}{2} = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA'_{53} = \frac{T_{Z_{D53}}}{2} = 0,11 \text{ мм.}$$

2.7 Определение минимальных припусков на обработку плоскостей

Формула для определения минимального припуска на обработку плоскости имеет следующий вид:

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [12]);

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [12]);

ρ – точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [12]).

Запишем величины $Z_{i \min}$ в таблицу 2.7.1 для всех продольных припусков и рассчитаем величину минимальных припусков:

Таблица 2.7.1 – Расчет минимальных припусков на линейные технологические размеры

	Rz_{i-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	ρ_{i-1} , мкм	$Z_{i \min}$
$Z_{11 \min}$	100	120	-	0,22
$Z_{21 \min}$	100	80	20	0,2
$Z_{24 \min}$	100	80	20	0,2
$Z_{41 \min}$	100	80	20	0,2
$Z_{42 \min}$	100	80	10	0,19
$Z_{44 \min}$	100	80	10	0,19
$Z_{47 \min}$	100	80	20	0,2
$Z_{48 \min}$	100	80	20	0,2
$Z_{51 \min}$	20	25	20	0,06
$Z_{52 \min}$	20	25	10	0,05
$Z_{53 \min}$	20	25	20	0,06

2.8 Расчет продольных технологических размеров

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью.

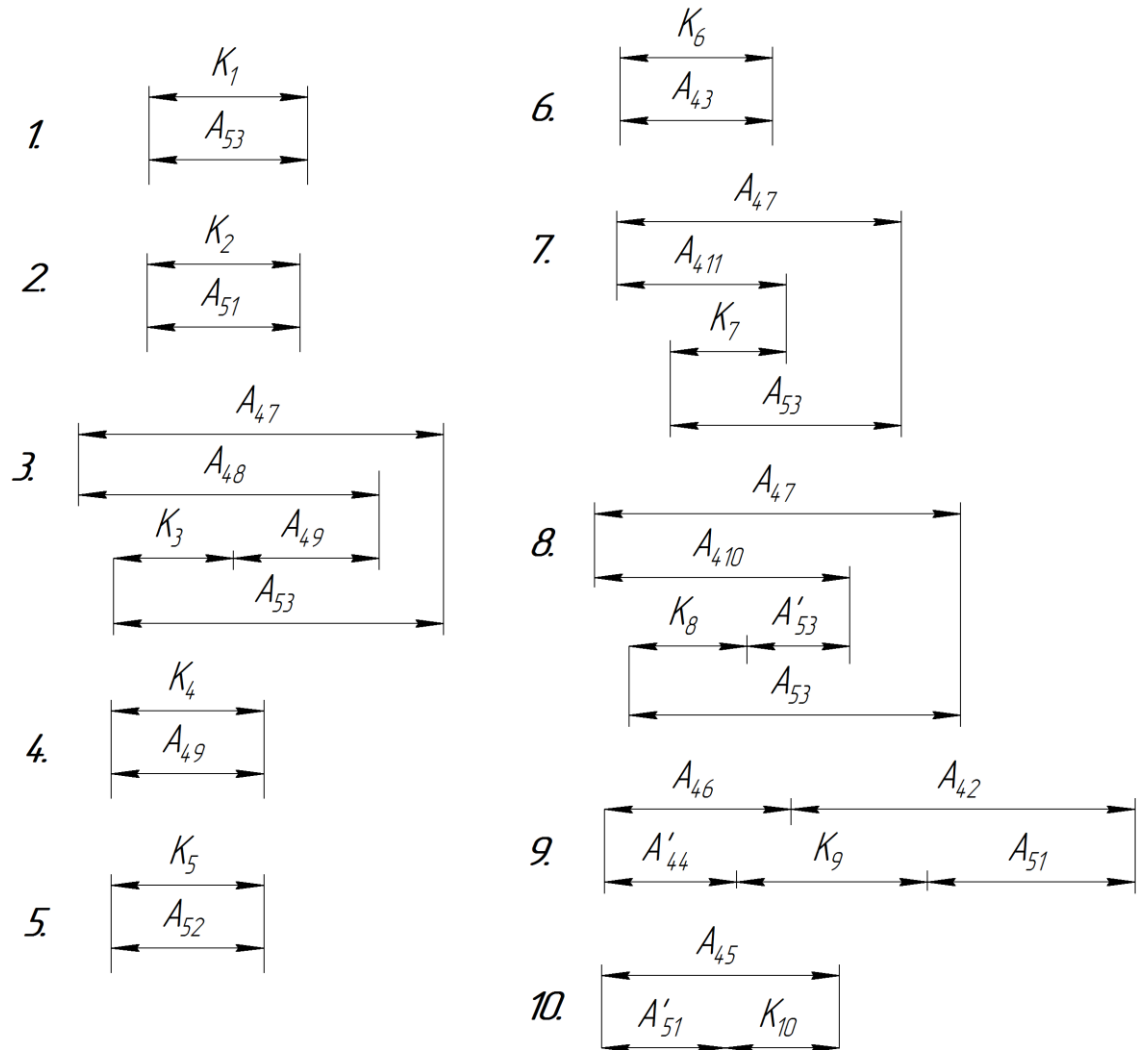


Рисунок 2.8.1 – Размерные цепи продольных технологических размеров с конструкторскими размерами

Для размерной цепи №3:

$$TK_3 = 0,43 \geq 0,38 = \sqrt{TA_{47}^2 + TA_{48}^2 + TA_{49}^2 + TA_{53}^2};$$

Для размерной цепи №7:

$$TK_7 = 0,8 \geq 0,55 = TA_{47} + TA_{411} + TA_{53};$$

Для размерной цепи №8:

$$TK_8 = 0,8 \geq 0,34 = \sqrt{TA_{47}^2 + TA_{410}^2 + TA_{53}^2 + TA'_{53}^2};$$

Для размерной цепи №9:

$$TK_9 = 0,8 \geq 0,78 = \sqrt{TA_{42}^2 + TA_{46}^2 + TA_{51}^2 + TA'_{44}^2};$$

Для размерной цепи №10:

$$TK_{10} = 0,8 \geq 0,22 = TA_{45} + TA'_{51}.$$

Убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех конструкторских размеров.

- 1) Рассмотрим двухзвенные цепи с технологическими размерами, равными конструкторским размерам (рисунок 2.8.1).

$$\text{№1. } A_{53} = K_1 = 25 \pm 0,26 \text{ мм};$$

$$\text{№2. } A_{51} = K_2 = 15 \pm 0,21 \text{ мм};$$

$$\text{№4. } A_{49} = K_4 = 4 \pm 0,15 \text{ мм};$$

$$\text{№5. } A_{52} = K_5 = 8 \pm 0,18 \text{ мм};$$

$$\text{№6. } A_{43} = K_6 = 6^{+0,3} \text{ мм}.$$

- 2) Рассмотрим двухзвенные цепи с технологическими размерами, равными диаметральным припускам (рисунок 2.8.2).

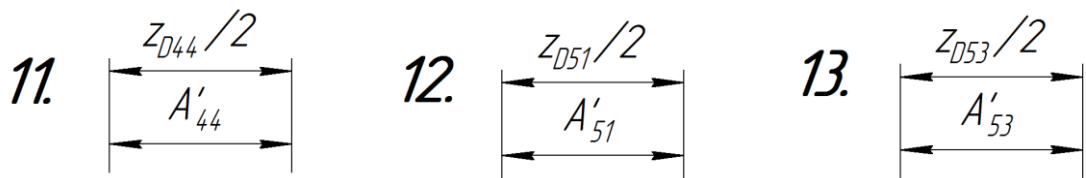


Рисунок 2.8.2 – Размерные цепи продольных технологических размеров с размерами диаметральных припусков

$$\text{№11. } A'_{44} = \frac{Z_{D44}}{2} = 1,336^{+0,435}_{-0,835} \text{ мм};$$

$$\text{№12. } A'_{51} = \frac{Z_{D51}}{2} = 0,418^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$\text{№13. } A'_{53} = \frac{Z_{D53}}{2} = 0,384^{+0,02}_{-0,2} \text{ мм.}$$

3) Рассмотрим трехзвенные цепи с конструкторскими размерами (рисунок 2.8.1).

$$\text{№10. } A_{45}^c = A'_{51}^c + K_{10}^c = 0,418 + 2 = 2,418 \text{ мм};$$

$$A_{45} = 2,418 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

4) Рассмотрим трехзвенные цепи с припусками (рисунок 2.8.3).

1) Рассмотрим цепь №14 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{411} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{411}^c = z_{53}^c + K_7^c.$$

Для начала необходимо определить z_{53}^c :

$$z_{53}^c = z_{53min} + \frac{TA_{411} + TK_7}{2} = 0,065 + \frac{0,2 + 0,8}{2} = 0,565 \text{ мм};$$

$$A_{411}^c = 0,565 + 2 = 2,565 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{411} = 2,565 \pm 0,1 \text{ мм};$

$$z_{53} = A_{411} - K_7 = 2,565^{+0,1}_{-0,1} - 2^{+0,4}_{-0,4} = 0,565 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

2) Рассмотрим цепь №15 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{47} :

$$A_{47} = z_{53} + A_{53} = 0,565^{+0,5}_{-0,5} + 25^{+0,26}_{-0,26} = 25,565^{+0,76}_{-0,76} \text{ мм.}$$

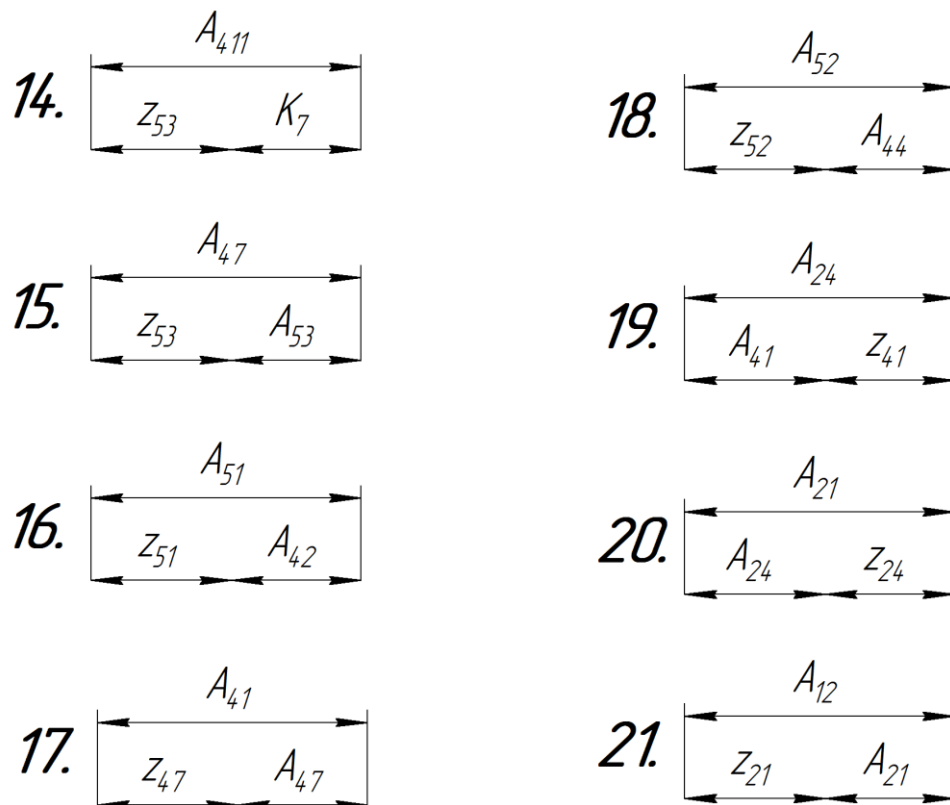


Рисунок 2.8.3 – Размерные цепи продольных технологических размеров с припусками

3) Рассмотрим цепь №16 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{42} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{42}^c = A_{51}^c - z_{51}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{51}^c :

$$z_{51}^c = z_{51min} + \frac{TA_{51} + TA_{42}}{2} = 0,065 + \frac{0,35 + 0,2}{2} = 0,34 \text{ мм};$$

$$A_{42}^c = 15 - 0,34 = 14,66 \text{ мм}.$$

Окончательно запишем $A_{42} = 14,66 \pm 0,1 \text{ мм}$;

$$z_{51} = A_{51} - A_{42} = 15_{-0,21}^{+0,21} - 14,66_{-0,1}^{+0,1} = 0,34 \pm 0,31 \text{ мм}.$$

4) Рассмотрим цепь №17 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{41} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{41}^c = A_{47}^c + z_{47}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{47}^c :

$$z_{47}^c = z_{47min} + \frac{TA_{41} + TA_{47}}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,4 \text{ мм};$$

$$A_{41}^c = 25,565 + 0,4 = 25,965 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{41} = 25,965 \pm 0,1 \text{ мм};$

$$z_{47} = A_{41} - A_{47} = 25,965_{-0,1}^{+0,1} - 25,565_{-0,76}^{+0,76} = 0,4 \pm 0,86 \text{ мм.}$$

5) Рассмотрим цепь №18 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{44} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{44}^c = A_{52}^c - z_{52}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{52}^c :

$$z_{52}^c = z_{52min} + \frac{TA_{52} + TA_{44}}{2} = 0,055 + \frac{0,35 + 0,2}{2} = 0,33 \text{ мм};$$

$$A_{44}^c = 8 - 0,33 = 7,67 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{44} = 7,67 \pm 0,1 \text{ мм};$

$$z_{52} = A_{52} - A_{44} = 8_{-0,18}^{+0,18} - 7,67_{-0,1}^{+0,1} = 0,33 \pm 0,28 \text{ мм.}$$

6) Рассмотрим цепь №19 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{24} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{24}^c = A_{41}^c + z_{41}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{41}^c :

$$z_{41}^c = z_{41min} + \frac{TA_{24} + TA_{41}}{2} = 0,2 + \frac{0,3 + 0,2}{2} = 0,45 \text{ мм};$$

$$A_{24}^c = 25,965 + 0,45 = 26,415 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{24} = 26,415 \pm 0,15 \text{ мм};$

$$z_{41} = A_{24} - A_{41} = 26,415_{-0,15}^{+0,15} - 25,965_{-0,1}^{+0,1} = 0,45 \pm 0,25 \text{ мм.}$$

7) Рассмотрим цепь №20 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{21} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{21}^c = A_{24}^c + z_{24}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{24}^c :

$$z_{24}^c = z_{24min} + \frac{TA_{21} + TA_{24}}{2} = 0,2 + \frac{0,3 + 0,3}{2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{21}^c = 26,415 + 0,5 = 26,915 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{21} = 26,915 \pm 0,15 \text{ мм};$

$$z_{24} = A_{21} - A_{24} = 26,915_{-0,15}^{+0,15} - 26,415_{-0,15}^{+0,15} = 0,5 \pm 0,3 \text{ мм.}$$

8) Рассмотрим цепь №21 (рисунок 2.8.3) и найдем размер A_{12} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{12}^c = A_{21}^c + z_{21}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{21}^c :

$$z_{21}^c = z_{21min} + \frac{TA_{12} + TA_{21}}{2} = 0,2 + \frac{0,38 + 0,3}{2} = 0,54 \text{ мм};$$

$$A_{12}^c = 26,915 + 0,54 = 27,455 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{12} = 27,455 \pm 0,19 \text{ мм};$

$$z_{21} = A_{12} - A_{21} = 27,455_{-0,19}^{+0,19} - 26,915_{-0,15}^{+0,15} = 0,54 \pm 0,34 \text{ мм.}$$

9) Рассмотрим цепь №22 (рисунок 2.8.4) и найдем размер A_{11} :

$$A_{11min} = z_{11min} = 0,22 \text{ мм};$$

$$A_{11max} = A_{11min} + TA_{11} = 0,22 + 0,4 = 0,62 \text{ мм};$$

$$A_{11}^c = \frac{A_{11min} + A_{11max}}{2} = \frac{0,22 + 0,62}{2} = 0,42 \text{ мм};$$

$$A_{11} = z_{11} = 0,42 \pm 0,2 \text{ мм.}$$

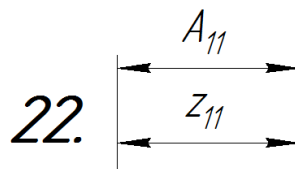


Рисунок 2.8.4 – Размерная цепь продольного технологического размера, равного припуску

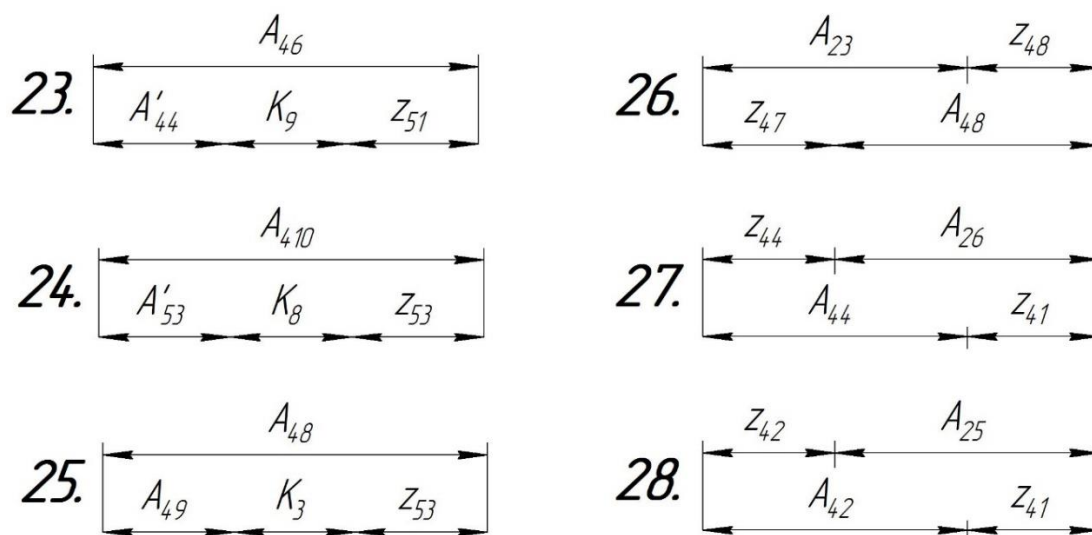


Рисунок 2.8.5 - Размерные цепи четырехзвенных продольных технологических размеров

10) Рассмотрим цепь №23 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{46} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{46}^c = A'_{44}^c + K_9^c + z_{51}^c = 1,136 + 2 + 0,34 = 3,476 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{46} = 3,476 \pm 0,1 \text{ мм.}$

11) Рассмотрим цепь №24 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{410} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{410}^c = A'_{53}^c + K_8^c + z_{53}^c = 0,294 + 2 + 0,565 = 2,859 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{410} = 2,859 \pm 0,1 \text{ мм.}$

12) Рассмотрим цепь №25 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{48} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{48}^c = A_{49}^c + K_3^c + z_{53}^c = 4 + 11 + 0,565 = 15,565 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{48} = 15,565 \pm 0,1 \text{ мм.}$

13) Рассмотрим цепь №26 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{23} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{23}^c = z_{47}^c + A_{48}^c - z_{48}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{47}^c :

$$z_{48}^c = z_{48min} + \frac{TA_{23} + TA_{48} + Tz_{47}}{2} = 0,2 + \frac{0,3 + 0,2 + 1,72}{2} = 1,31 \text{ мм};$$

$$A_{23}^c = 0,4 + 15,565 - 1,31 = 14,655 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{23} = 14,655 \pm 0,15 \text{ мм};$

$$\begin{aligned} z_{48} &= A_{48} + z_{47} - A_{23} = 15,565_{-0,1}^{+0,1} + 0,4_{-0,86}^{+0,86} - 14,655_{-0,15}^{+0,15} \\ &= 15,965_{-0,96}^{+0,96} - 14,655_{-0,15}^{+0,15} = 1,31 \pm 1,11 \text{ мм.} \end{aligned}$$

14) Рассмотрим цепь №27 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{26} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{26}^c = z_{41}^c + A_{44}^c - z_{44}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{44}^c :

$$z_{44}^c = z_{44min} + \frac{TA_{26} + TA_{44} + Tz_{41}}{2} = 0,19 + \frac{0,3 + 0,2 + 0,5}{2} = 0,69 \text{ мм};$$

$$A_{26}^c = 0,45 + 7,67 - 0,69 = 7,43 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{26} = 7,43 \pm 0,15 \text{ мм};$

$$\begin{aligned} z_{44} &= A_{44} + z_{41} - A_{26} = 7,67_{-0,1}^{+0,1} + 0,45_{-0,25}^{+0,25} - 7,43_{-0,15}^{+0,15} \\ &= 8,12_{-0,35}^{+0,35} - 7,43_{-0,15}^{+0,15} = 0,69 \pm 0,5 \text{ мм.} \end{aligned}$$

15) Рассмотрим цепь №28 (рисунок 2.8.5) и найдем размер A_{25} .

Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{25}^c = z_{41}^c + A_{42}^c - z_{42}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{42}^c :

$$z_{42}^c = z_{42min} + \frac{TA_{25} + TA_{42} + Tz_{41}}{2} = 0,19 + \frac{0,3 + 0,2 + 0,5}{2} = 0,69 \text{ мм};$$

$$A_{25}^c = 0,45 + 14,66 - 0,69 = 14,42 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{25} = 14,42 \pm 0,15 \text{ мм};$

$$\begin{aligned} z_{42} &= A_{42} + z_{41} - A_{25} = 14,66_{-0,1}^{+0,1} + 0,45_{-0,25}^{+0,25} - 14,42_{-0,15}^{+0,15} \\ &= 15,11_{-0,35}^{+0,35} - 14,42_{-0,15}^{+0,15} = 0,69 \pm 0,5 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Таблица 2.8.1 – Значения линейных технологических размеров

Обозначение технологического размера	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
A_{11}	$0,42 \pm 0,2$
A_{12}	$27,455 \pm 0,19$
A_{21}	$26,915 \pm 0,15$
A_{23}	$14,655 \pm 0,15$
A_{24}	$26,415 \pm 0,15$
A_{25}	$14,42 \pm 0,15$
A_{26}	$7,43 \pm 0,15$
A_{41}	$25,965 \pm 0,1$
A_{42}	$14,66 \pm 0,1$
A_{43}	$6^{+0,3}$
A_{44}	$7,67 \pm 0,1$
A_{45}	$2,418 \pm 0,1$
A_{46}	$3,476 \pm 0,1$
A_{47}	$25,565 \pm 0,76$
A_{48}	$15,565 \pm 0,1$
A_{49}	$4 \pm 0,15$
A_{410}	$2,859 \pm 0,1$
A_{411}	$2,565 \pm 0,1$
A_{51}	$15 \pm 0,21$
A_{52}	$8 \pm 0,18$
A_{53}	$25 \pm 0,26$

A'_{44}	$1,336^{+0,435}_{-0,835}$
A'_{51}	$0,418^{+0,02}_{-0,02}$
A'_{53}	$0,384^{+0,02}_{-0,2}$

Вывод: В ходе работы над технологической частью были выполнены следующие пункты: произведена оценка детали на технологичность, составлен технический маршрут обработки детали, построены размерная схема и граф-дерево, рассчитаны все диаметральные и осевые технологические размеры и значения их предельных отклонений.

3 Финансовый менеджмент,
ресурсоэффективность и
ресурсосбережение

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5Б	Шубиной Татьяне Валерьевне

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Матрица SWOT
3. Дерево целей
4. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Шубина Татьяна Валерьевна		

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3.1.1).

Объектом анализа являются параметры виброисточников различных фирм.

Методика оценки конкурентоспособности:

- Определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка
- Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности экспертом» (таблица 3.1.1)
- Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала)
- Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- Определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала)
- Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- Расставить баллы по всем факторам и по важности факторов
- Рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору
- Умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта
- По результатам расчетов сделать выводы и построить многоугольник конкурентоспособности (рисунок 3.1.1)

Таблица 3.1.1 – Оценка конкурентоспособности

№ п/ п	Товары конкуренты	Факторы конкурентоспособности товаров						Итоговая оценка
		Цена	Время сраба- тывания	Частот- ный диапазон	Обслу- живание	Масса	Дизайн	
1	Механизированный молот	9/1,44	7/1,4	4/0,8	8/1,6	10/1,6	4/0,32	7
2	«ЭДИС-Титан»	6/0,96	5/1	6/1,2	6/1,2	6/0,96	8/0,64	6,16
3	Проект	5/0,8	9/1,8	10/2	6/1,2	8/1,28	6/0,48	7,33
	b_j	4	5	5	5	4	2	25
	w_j	0,16	0,2	0,2	0,2	0,16	0,08	-



Рисунок 3.1.1 – Многоугольник конкурентоспособности

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

3.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 3.2.1).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 3.2.1 – SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		1. Малые габариты 2. Настраиваемый частотный диапазон 3. Развертывание на любой местности 4. Получение высокой прибыли	1. Трудность в обслуживании 2. Сложность изготовления комплектующих деталей 3. Затраты на изготовление
	Возможности: 1. Отсутствие аналогов 2. Новые технологии сейсморазведки 3. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ	Получение новейшего, экологичного, высококачественного оборудования для сейсморазведки	Трудозатратное, дорогостоящее виброустройство с использованием новых технологий
	Угрозы: 1. Малый спрос 2. Узкоспециализированное направление	Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами устройства	Ввиду трудозатратности в обслуживании проекта может наблюдаться низкий спрос

Поле СИВ (пересечение сильных сторон и возможностей) показывает, какие сильные стороны необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей во внешней среде.

Поле СЛВ (пересечение слабых сторон и возможностей) показывает, за счет каких возможностей внешней среды организация сможет преодолеть имеющиеся слабости.

Поле СИУ (пересечение сильных сторон и угроз) показывает, какие силы необходимо использовать для устранения угроз.

Поле СЛУ (пересечение слабых сторон и угроз) показывает, от каких слабостей необходимо избавиться, чтобы попытаться предотвратить нависшую угрозу.

Данные рекомендации по применению SWOT-анализа позволяют не только выявить основные минусы проекта, но и выявляет сильные стороны, способные повлиять на их возможное устранение, повышая конкурентоспособность проекта.

3.3 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 3.3.1).

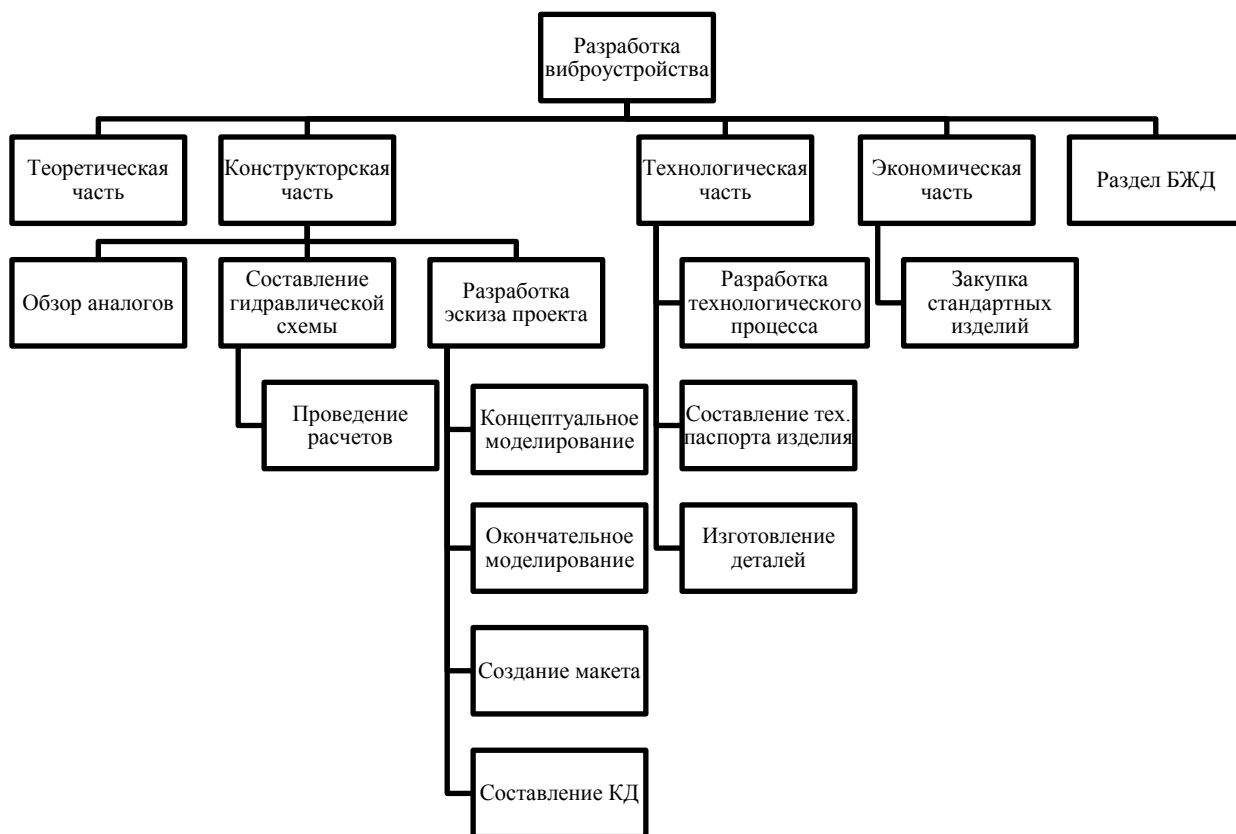


Рисунок 3.3.1 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 3.3.1).

В данной работе проектная организация состоит из четырех типов сотрудников: менеджер, конструктор, технолог и рабочие.

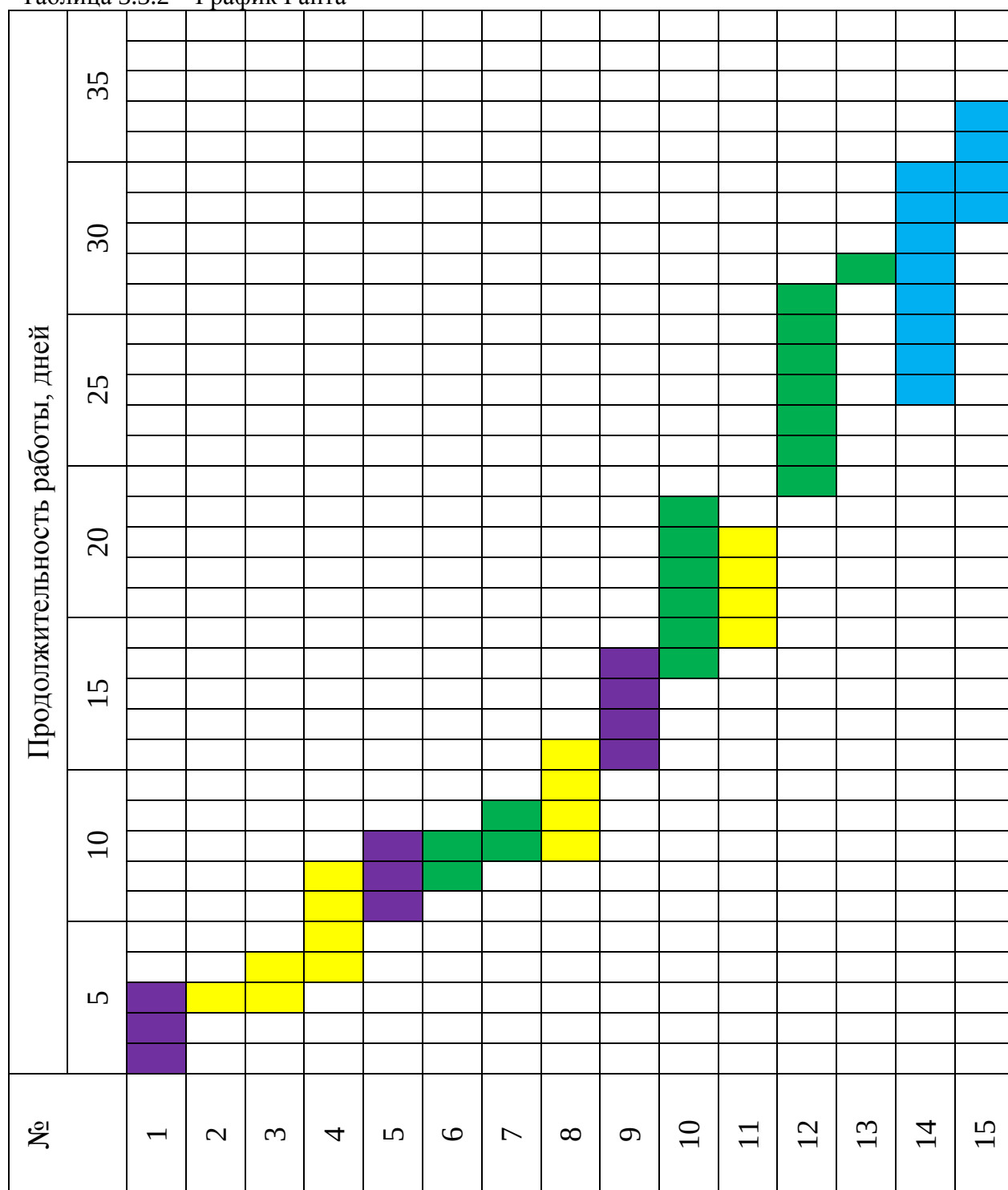
Таблица 3.3.1 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Ресурсы
1	Обзор аналогов	3	Менеджер
2	Составление гидравлической схемы	1	Конструктор
3	Разработка эскиза	2	Конструктор
4	Концептуальное моделирование	4	Конструктор
5	Экономическая часть	3	Менеджер
6	БЖД	2	Технолог
7	Произведение технических расчетов	2	Технолог
8	Окончательное моделирование	4	Конструктор
9	Закупка стандартных изделий	4	Менеджер
10	Создание макета	6	Технолог
11	Составление КД	4	Конструктор
12	Составление тех. процесса	7	Технолог
13	Составление тех. паспорта	1	Технолог
14	Изготовление деталей	8	Рабочие
15	Сборка	4	Рабочие

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.3.2).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.

Таблица 3.3.2 – График Ганта



	Менеджер
	Конструктор
	Технолог
	Рабочие

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

3.4 Бюджет затрат на реализацию проекта

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.4.1 Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 3.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., <i>руб</i>	Затраты на материалы Z_m , <i>руб</i>
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Гидроцилиндр	шт.	2	8000	16000
Рукав высокого давления	шт.	2	500	500
Мотор	шт.	2	12000	24000
Гидронасос	шт.	2	10000	20000
Гидромотор	шт.	1	15000	15000
Генератор колебаний	шт.	1	20000	20000
Гидропневмоаккумуляторы	шт.	2	6000	12000
Предохранительный клапан	шт.	3	5000	15000

Распределитель	шт.	1	3500	3500
Трехходовой кран	шт.	1	500	500
Муфта	шт.	3	200	600
Дроссель	шт.	1	5000	5000
Датчик давления	шт.	3	500	1500
Вентиль	шт.	5	400	2000
Гидробак	шт.	2	2500	5000
Труба	м	10	150	1500
Крепеж, фитинги	шт.	20	100	2000
Чугун	кг	50	135	6750
Трос	м	3	130	390
Итого, руб				152375

В сумме материальные затраты составили 152375 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату $Z_{\text{осн}}$ и дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $Z_{\text{осн}}$.

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 8.3.1);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 1755 \cdot 13 = 22815 \text{ руб.};$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 22815 = 3080 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя):

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 1852,5 \cdot 17 = 31495,5 \text{ руб.};$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 31495,5 = 4251,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 39000 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{39000 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1950 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1950 \cdot 10 = 19500 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 19500 = 2632,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 15000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 29250 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{29250 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1523,44 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1523,44 \cdot 10 = 15234,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 15234,4 = 2056,6 \text{ руб.}$$

Таблица 3.4.2.1 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{д}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.	Итого, руб.
Конструктор	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	22815	0,135	3080	25895
Технолог	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747
Менеджер	20000				39000	1950	10	19500		2632,5	22132,5
Рабочий	15000				29250	1523,44	10	15234,4		2056,6	17291

3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 3.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Конструктор	22815	3080
Технолог	31495,5	4251,5
Менеджер	19500	2632,5
Рабочий	15234,4	2056,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Конструктор	7768,5	
Технолог	10724,1	
Менеджер	6639,8	
Рабочий	5187,3	

3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (152375 + 101065,5 + 30319,7) \cdot 0,16 = 45401,63 \text{ руб.}$$

3.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	152375	46,29
2. Затраты по основной зарплате	89044,9	27,05
3. Затраты по дополнительной зарплате	12020,6	3,65
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30319,7	9,21
5. Накладные расходы	45401,63	13,79
Бюджет затрат на проектирование	329161,83	100

Бюджет всех затрат проекта равен 329161,83 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (46,29 %).

3.6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45$$

Вывод

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 329161,83 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

4 Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15Б	Шубиной Татьяне Валерьевне

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Особенности проектирования и расчета вибрационных ударных систем	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Вибрационный источник сигналов для сейсморазведки на открытой местности
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	– СП 2.2.2/2.4.1340-03 – ГОСТ 12.0.003-2015 – ГОСТ 30494-2011 – СП 52.13330.2016 – ГОСТ 12.1.012-2004 – ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ – ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– Показатели микроклимата – Освещенность рабочей зоны – Уровень вибрации – Уровень шума – Поражение электрическим током
3. Экологическая безопасность:	– Выбросы химикатов в атмосферу, гидросферу и литосферу – Вибрационное воздействие на литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Белоенко Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15Б	Шубина Татьяна Валерьевна		

Введение

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающую среду в процессе проектирования, производства и эксплуатации вибрационного источника сигналов для сейсморазведки. Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций, способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлено виброустройство для сейсморазведки. Прибор служит для геологических исследований состава грунта на открытой местности посредством подачи вибрационного сигнала в слои почвы. Анализ отраженных от пород сигналов позволит получать полную картинку состава земных недр, включая месторождения полезных ископаемых. Малые габариты устройства дают возможность использовать его на самых разных участках почвы, в том числе в труднодоступных районах, куда обычная ударная машина-сейсмовибратор проехать не сможет.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации прибора возможно столкновение со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека. Рассмотрим подробнее возможные опасности.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Для осуществления практической деятельности в области проектирования виброустройства для сейсморазведки необходимо

соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Так как проектирование виброисточника производится с помощью ЭВМ, рассмотрим требования к рабочей зоне оператора и самой ЭВМ.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года) [18] предъявляются нормы к организации рабочей зоны при проектировании вибрационного источника сейсмических сигналов, а именно:

- требования к ПВЭМ;
- требования к помещениям для работы с ПЭВМ;
- требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ;
- требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ;
- требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ;
- требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ;
- требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ для обучающихся в общеобразовательных учреждениях и учреждениях начального и высшего профессионального образования.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Помещение проектирования и исследования вибрационного источника сейсмических сигналов – 207 аудитория 16А корпуса Томского

Политехнического Университета. Рабочая зона с ПЭВМ в учреждении высшего профессионального образования организуется согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. При анализе помещения проектирования выявлено:

- помещение оборудовано одностольными столами, предназначенными для работы с ПЭВМ;
- конструкция стола предусматривает две разделенные поверхности: одна для размещения ПЭВМ, вторая – для клавиатуры (ширина поверхностей одинакова);
- ширины поверхностей стола более 750 мм, глубина – более 550 мм;
- провода электропитания и кабель локальной сети находятся в стояке, основание которого совмещено с подставкой для ног;
- ящики отсутствуют;
- рабочее место с ПЭВМ оборудовано стулом.

Полученные результаты говорят о правильной компоновке рабочей зоны в аудитории и возможностью ее использования с целью проектирования и исследования вибрационного источника сейсмических сигналов.

4.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке, изготовлении или эксплуатации проектируемого виброисточника сейсмических сигналов.

Помещение проектирования устройства – 207 аудитория 16А корпуса Томского Политехнического Университета, оснащенная компьютерами.

Изготовление не стандартных деталей, входящих в состав источника, возможно в аудиториях 16А или 16Б корпуса Томского Политехнического Университета, оснащенных необходимым оборудованием: станок с ЧПУ, токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки.

Эксплуатация виброисточника происходит на открытом воздухе в зоне сейсмических исследований.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [19]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата от нормы	+	+		ГОСТ 30494-2011 4 Параметры микроклимата [20] СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [21]
2. Неправильная освещенность рабочей зоны	+	+		
3. Повышенный уровень вибрации		+	+	
4. Превышение уровня шума		+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность [22] ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [23] ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [24]

1) Отклонение показателей микроклимата от нормы

Микроклимат рабочей зоны оператора определяется действующими на организм человека показателями:

- температуры;
- влажности;

- скорости движения воздуха.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье.

Согласно ГОСТ 30494-2011 | 4 необходимые микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часового рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Для нормализации показателей микроклимата в помещениях проектирования и изготовления применяется отопление и вентиляция воздуха. Возможны индивидуальные средства защиты: специальная одежда и обувь.

2) Неправильная освещенность рабочей зоны

Согласно СП 52.13330.2016 неправильная освещенность рабочей зоны относится к вредным производственным факторам, который может привести к быстрому утомлению зрения и снижению работоспособности человека. Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

Освещение должно быть равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней. Особенно важно обеспечить правильное

искусственное освещение в месте, где изготавливаются детали конструкции виброисточника, во избежание несчастных случаев при производстве.

Помещение проектирования – 207 аудитория 16А корпуса Томского Политехнического Университета – имеет два оконных проема для освещения аудитории в дневное время, общая площадь которых составляет 6м². Для освещения в утренние и вечерние часы установлено 6 люминесцентных светильников с зеркальной отражающей решеткой. В каждом светильнике - 4 лампы по 18 Ватт.

Такое освещение не представляет угрозу для здоровья работников, так как входит в допустимое значение освещенности рабочей зоны.

3) Повышенный уровень вибрации

а) Изготовление

Источником вибрации при изготовлении не стандартных деталей конструкции является все используемое производственное оборудование: станок с ЧПУ, токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки.

При длительном воздействии общей вибрации возможны механические повреждения тканей, органов и различных систем организма особенно при возникновении резонанса.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004, амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \cdot 10^{-3}$ м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Станки работают в диапазонах близких к 60 Гц. Установка работает в пределе до 32 Гц. Следовательно, вибрация не будет пагубно сказываться на рабочих.

В работе применяются коллективные методы защиты оператора от действия уровня вибрации на организм человека.

- рациональное размещение специального оборудования устройства;
- оптимальные режимы работы установки.

Для уменьшения вибрации необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, производить смазывание трущихся поверхностей. Колебания конструкции уменьшаются. Индивидуальные средства защиты:

обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

б) Эксплуатация

Вибрационное воздействие источника сейсмических сигналов так же оказывает негативное воздействие на человека, находящегося в вибрационной зоне – в области распространения вибрации.

Так как запуск и остановка действия прибора может осуществляться дистанционно, для исключения вреда здоровью оператору достаточно оставаться за пределами вибрационной зоны в процессе работы устройства.

4) Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный уровень шума на рабочем месте неблагоприятно сказывается на состоянии работника, что в свою очередь приводит к быстрой утомляемости. Повышенный шум является общебиологическим раздражителем, что обуславливает нарушение центральной нервной системы, сопровождающееся снижением слуха. Впоследствии продолжительного влияния шума падает производительность физического труда на 10%, умственного – более чем на 40%.

Известно, что вибрации и виброисследования часто сопровождаются повышенным уровнем шума. Тем не менее, полагается, что шум от проектируемого виброисточника сейсмических сигналов имеется, но не классифицируется как повышенный, являясь, к тому же, кратковременным. В связи с этим, не будет включать его во внимание.

При изготовлении не стандартных деталей конструкции повышенный уровень шума производит все используемое производственное оборудование: станок с ЧПУ, токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки.

Согласно ГОСТ 23337-2014 предельно допустимый уровень шума в цехе не более 80 дБ (широкополосный шум). Общий уровень шума измеряется в пределах 65 дБ. Данный показатель уровня шума соответствует допустимому.

Согласно ГОСТ 23337-2014 при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые.

Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- применение звукоизоляции.

5) Опасность получения удара током

Поражение электрическим током может возникать при взаимодействии человека с токоведущими частями электрооборудования вследствие пробоя или неисправности. Удар током может привести к летальному исходу.

Во время штатного режима работы самого виброисточника вероятность получения удара электрическим током очень мала, однако исключать чрезвычайные ситуации никак нельзя. Так как гидропривод работает от электродвигателя, соблюдение правил электробезопасности является важной задачей при эксплуатации прибора. При несоблюдении техники безопасности оператором при работе с устройством возможно получение удара электрическим током.

Для исключения возможности возникновения поражения электрическим током согласно ГОСТ 12.1.019-2017 рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

- произвести установку защитного заземления;

- произвести изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ;
- проводить инструктаж по технике безопасности персоналу, работающему с оборудованием;
- обучение мероприятиям по работе с электрическими приборами;
- соблюдение условий эксплуатации, а также сборки и установки оборудования согласно конструкторской документации;
- обеспечение свободного прохода;
- оснастка помещения всеми необходимыми предписанию нормами для электробезопасности.

4.3 Экологическая безопасность

а) Загрязнение

Основным источником загрязнения гидросферы и литосферы при эксплуатации виброисточника сейсмических сигналов является пролив масла в случае выхода из строя рукавов высокого давления, повреждения трубопроводов или гидравлических механизмов, что способно оказывать негативное влияние на окружающую природную среду.

Разработанное устройство в процессе работы не оказывает влияния на атмосферу. Однако при испарении смазывающей жидкости в процессе трения или хранения выделяются незначительные синтетические масла. Данное химическое соединение, попадая в атмосферу, образует еще более токсичные соединения. Помимо синтетических масел при испарении в атмосферу попадают пары тяжелых металлов, которые распространяются по воздуху, вступая в химические реакции с другими элементами, и создают угрозу для живых организмов.

Для защиты окружающей среды от разливов масла и испарения смазывающей жидкости устанавливают специальные герметические конструкции, которые не позволяют распространяться загрязнениям. Таким образом все химические процессы происходят внутри конструкции.

б) Вибровоздействие

На литосферу прибор оказывает непосредственное воздействие вибрационными нагрузками. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы (пески, торф). Прочность этих пород заметно снижается, они уплотняются, структурные связи нарушаются, возможно, внезапное разжижение и образование оползней, отвалов, плывущих выбросов и других неблагоприятных процессов.

Живые организмы в процессе работы виброисточника так же получают негативное вибрационное воздействие, что может заставлять животных покидать места обитания на время сейсмических исследований. Однако, после завершения работ в случае сохранения экологии окружающей среды животные, вероятно, вернуться в прежние места обитания, обеспечивая равновесие природной зоны.

Снизить негативное вибрационное воздействие на окружающую среду возможно с помощью максимального уменьшения времени, амплитуды и частоты воздействия на породы.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проектировании и изготовлении виброисточника сейсмических сигналов возможны следующие ЧС: возникновение пожара. Возгорание устройства практически невозможно, однако возникновение пожара в помещении проектирования обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов.

Для защиты и уменьшения вреда жизни и здоровья из-за пожара необходимо выполнять комплекс профилактических мероприятий, направленных на предупреждение или устранение пожара.

К пожарно-профилактическим мероприятиям относятся:

- надзор за выполнением правил технической эксплуатации устройства;
- проверка наличия и исправности первичных средств пожаротушения;
- прохождение противопожарного инструктажа.

При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар, и принять меры по ликвидации пожара с помощью первичных средств пожаротушения. В случае неисправности устройства или аварии необходимо её устранить и сообщить в соответствующие службы. В соответствии с правилами, разработанное устройство, относится к наименее опасной категории с пониженной пожароопасностью, потому что оно не имеет горючих веществ, и все рабочие узлы и материалы находятся в относительно холодном состоянии.

Вывод

Анализ вредных и опасных факторов в данной работе может быть использован в реальных условиях проектирования, изготовления и эксплуатации виброисточника сейсмических сигналов. Проект отвечает всем требованиям и нормам безопасности в случае соблюдения всех необходимых мер по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был исследован импульсный вибрационный источник сейсмических сигналов согласно заданиям конструкторского, технологического раздела, а также разделов финансового менеджмента и социальной ответственности.

При выполнении конструкторской части проведен литературный обзор аналогов сейсмических источников, в ходе которого был выявлен оптимальный для изучения и модернизации тип источника сейсмических сигналов – вибрационный. Был изучен принцип работы вибрационных источников колебаний и составлена гидравлическая схема управления источником сейсмических сигналов. Составлена математическая модель источника и приведены графики зависимостей величин.

При выполнении технологической части данная деталь типа «фланец» была исследована на технологичность, после чего был составлен технологический маршрут обработки детали, составлены размерная схема и граф-дерево, и рассчитаны все технологические размеры на обработку детали.

При выполнении раздела финансового менеджмента был проведен анализ конкурентоспособности проекта, произведено планирование. Также был рассчитан бюджет на реализацию проекта, который составил 329161,83 рублей. Выявлена эффективность реализации проекта.

При выполнении раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации источника сейсмических сигналов, а также приведены меры по их устранению или предотвращению.

Список литературы

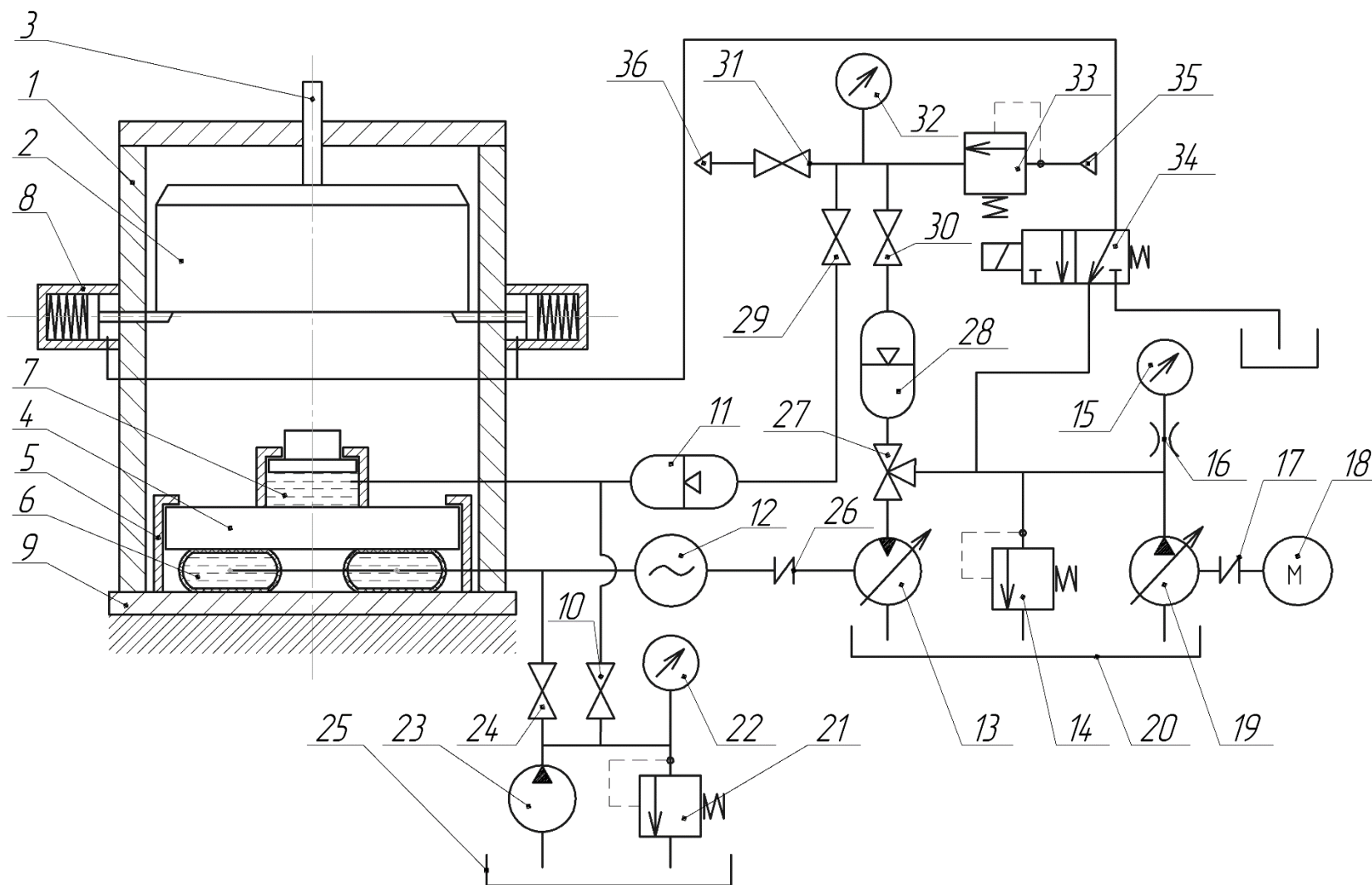
1. И.И. Гурвич, Г.Н. Боганик. Сейсмическая разведка. — 3-е изд., переработанное. — М. : Недра, 1980. — С 551.
2. Т. Скоренко. Сотрясающие землю // Популярная механика. — 2015. — №2.
3. Сейсморазведка. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.wikiwand.com/ru/Сейсморазведка>
4. В.Г. Гайнанов. Сейсморазведка : учеб. пособие. — М., 2006.
5. Основные параметры невзрывных источников / . - Москва : Директ-Медиа, 2006. - 0 с. ; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=64676>
6. Пневматический источник: Горная энциклопедия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://s238.biblioclub.ru/interfaces/main_2/index.php?page=dict&termin=1056386&lang=ru
7. Невзрывные источники сейсмических колебаний: Горная энциклопедия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/n/nevzryvnye-istochniki-sejsmicheskix-kolebaniij>
8. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В41 В.Н. Челомей (пред.). — М. : Машиностроение, 1981. — Т. 6. Защита от вибрации и ударов/ Под ред. К.В. Фролова. 1981, 456 с.
9. Колебания: Большая советская энциклопедия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://gufo.me/dict/bse/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>
10. Пат. №2436128 Российская Федерация, МПК G01V 1/155. Источник сейсмических сигналов / Крауиньш П. Я., Смайлов С. А., Кувшинов К. А.; заявитель и патентообладатель Томск. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

- "Национальный исследовательский Томский политехнический университет". – № 2010121658/28; заявл. 2010.05.27; опубл. 2011.12.10, Бюл. № 34.
11. Анализ технологичности детали. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/7/36979.html>
 12. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
 13. Виханский, Олег Самуилович. Менеджмент : учебник / О. С. Виханский, А. И. Наумов. — 5-е изд., стер.. — Москва: Магистр Инфра-М, 2012. — 576 с.
 14. Герчикова, Ирина Никоновна. Менеджмент : учебник для вузов / И. Н. Герчикова. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. — 511 с.
 15. Мескон, Майкл. Основы менеджмента : пер. с англ. : учебное пособие / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. — 3-е изд.. — Москва: Вильямс, 2008. — 666 с.
 16. Друкер, Питер Ф.. Практика менеджмента : пер. с англ. / П. Ф. Друкер. — Москва: Вильямс, 2002. — 398 с.
 17. Друкер, Питер Ф.. Энциклопедия менеджмента : пер. с англ. / П. Ф. Друкер. — Москва: Вильямс, 2004. — 421 с.
 18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года). [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>
 19. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>

20. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой). [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095053/>
21. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>
22. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200059881/>
23. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>
24. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>

Приложение 1

Схема гидравлическая



Перв. примен.	Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
	A3				Схема гидравлическая			
					Детали			
			1		Корпус вибромеханизма	1		
			2		Падающий груз	1		
			3		Трос подъема	1		
			4		Инерционная масса	1		
			5		Ограничители	2		
			6		Шланги высокого давления	2		
			7		Амортизирующий гидроцилиндр	1		
			8		Упоры	2		
Подп. и дата			9		Опорная плита	1		
					Стандартные изделия			
			4		Магистраль			
			11		Гидропневмоаккумулятор АПГ-Б-20	1		
			12		Генератор колебаний	1		
	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Шубина				Лит.	Лист	Листов
Пров.		Кувшинов					1	3
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ Гр. 8/15Б		
	Утв.							

Схема гидравлическая

Копировал

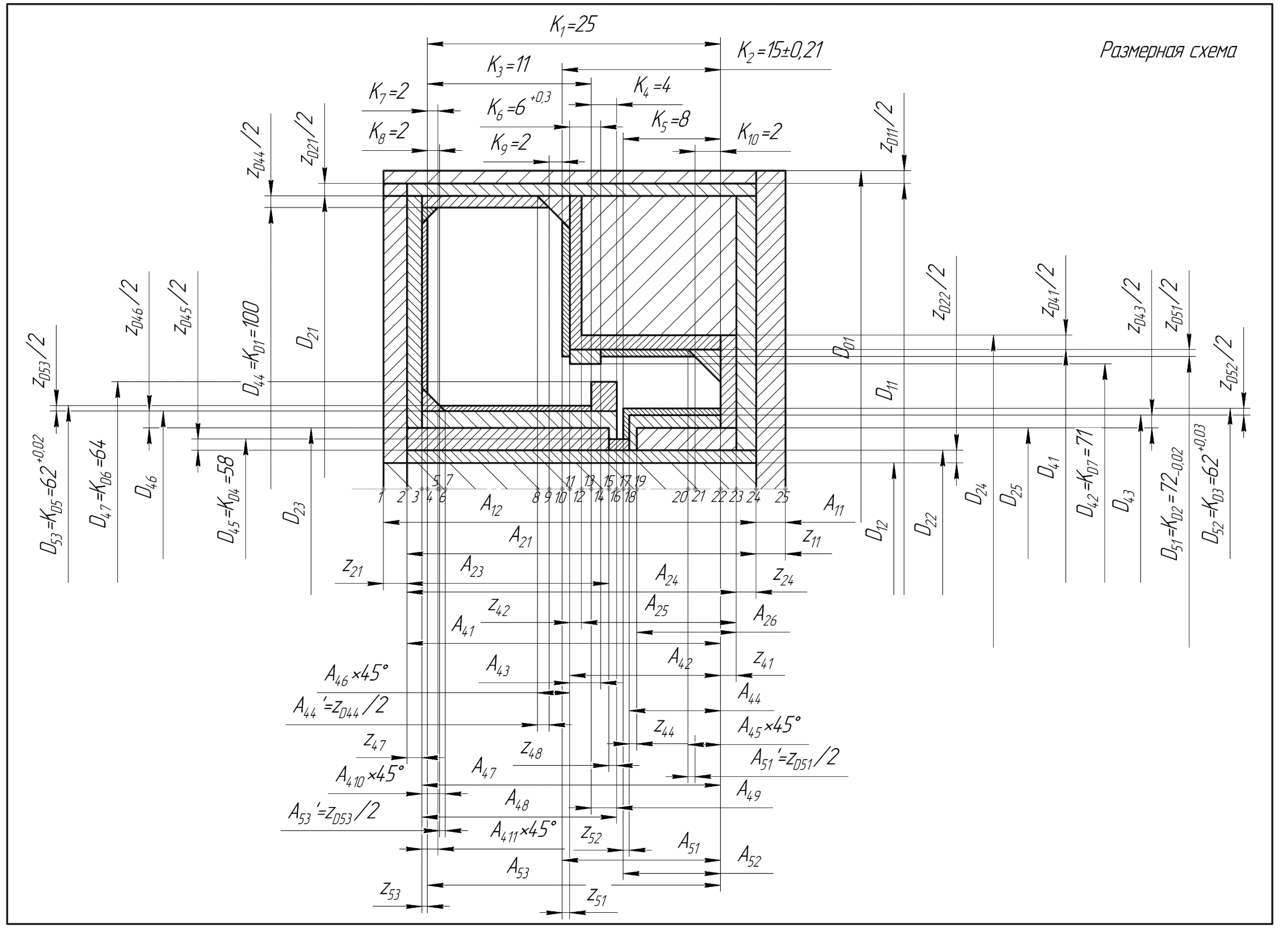
Формат А4

Формат		Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			13		Мотор регулируемый Г15-21 Н	1	
			14		Клапан предохранительный Г51-31	1	
			15		Манометр	1	
			16		Дроссель ПГ55-12	1	
			17		Муфта	1	
			18		Электродвигатель АИР 50	1	
			19		Насос регулируемый Г12 53АМ	1	
			20		Бак	1	
			21		Клапан предохранительный Г51-31	1	
			22		Манометр	1	
			23		Насос нерегулируемый Г12-2М	1	
			24		Вентиль	1	
			25		Бак	1	
			26		Муфта	1	
			27		Кран трехходовой	1	
			28		Гидропневмоаккумулятор АПГ-Б-20	1	
			29		Вентиль	1	
			30		Вентиль	1	
			31		Вентиль	1	
			32		Манометр	1	
			33		Клапан предохранительный Г51-31	1	
Инв. № подл.							Лист
							2
Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата			
Подп. и дата							
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

Приложение 2



Граф-дерево

