

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

Инженерная школа энергетика (ИШЭ)
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Отделение электротехника и электроэнергетика

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Электропривод вибромассажера

УДК 62-83:615.823-7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А6Ж	Баярцогт Нямдорж		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Данекер В.А.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова О.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Тютеева П.В.	к.т.н.		

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

Инженерная школа энергетики(ИШЭ)
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Отделение электротехника и электроэнергетика

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Тютеева П.В.

 (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
5А6Ж	Баярцогту Нямдоржу

Тема работы:

Электропривод вибромассажера	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.20208 №59-78/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Электропривод вибромассажера, который используется в сельскохозяйственных фирмах. Именно для крупного рогатого скота. Основные технические характеристики устройства СВМ: число витков обмотки $W=1600$, основное напряжение питания $U = 10$ В, основная частота напряжения $f = 50$ Гц.</p>
---	---

<p>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></p>	<p>Конструкция электропривода сельскохозяйственного вибромассажера, конструктивные размеры электромагнита, расчет обмоточных данных, анализ электромагнитного излучателя.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Киселева Е.С.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Немцова О.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ОЭЭ</p>	<p>Данекер В.А.</p>	<p>к.т.н</p>		

Задание принял к исполнению студент

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>5А6Ж</p>	<p>Баярцогту Нямдоржу</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А6Ж	Баярцогту Нямдоржу

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	Электропривод и Автоматика
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и Электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Анализ и оценка конкурентоспособности НИ; SWOT-анализ.</i>
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<i>Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - амортизационные отчисления; - заработная плата; - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<i>Определение эффективности проекта (оценка результатов)</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А6Ж	Баярцогт Нямдорж		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А6Ж	Баярцогт Нямдорж

Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	ОЭЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электропривод и автоматизация

Тема ВКР: Электропривод вибромассажера

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Сельскохозяйственная фирма
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Правила противопожарного режима в РФ – Постановление Правительства №263 от 10.03.1999 г о правилах организации и осуществления производственного надзора – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001, № 197-ФЗ – анализ внутренних нормативных документов и регламентов организации (устав предприятия, памятка сотруднику).
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – отклонение параметров микроклимата . – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибрации; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата. – Электропоражение.
3. Экологическая безопасность:	Анализ влияния объекта на окружающую среду. Разработка решения по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации на рассматриваемом рабочем месте это возникновение пожара.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова О.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А6Ж	Баярцогт Нямдорж		

Результаты обучения по направлению
13.03.02 Электротехника и электротехника

Код результата	Результат обучения
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 82 страница, 20 рисунков, 15 таблиц, 24 источника.

Ключевые слова: СВМ, вибромассажер.

В работе составлена математическая модель вибромассажера, которая позволяет исследовать изменения тока и амплитуда колебания пластины-якоря СВМ, разработаны конструкции единичного модуля для сбора вибромассажера, произведен выбор основных элементов электропривода УАН.

С помощью математической модели в Mathcad 15 проведено расчетное исследование работы вибромассажера, определены технические характеристики модуля.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010.

Оглавление

Введение.....	12
Использование вибрации совместно с другими терапевтическими процедурами.	13
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВМ.....	21
2. КОНСТРУКЦИЯ СВМ	24
3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИБРОМАССАЖЁРА	30
3.1. Электрическая цепь СВМ.....	30
3.1.1. Конструктивные размеры электромагнита	32
3.1.2. Расчет обмоточных данных	33
3.1.3. Дополнительные расчетные данные:.....	34
3.1.4. Электрические параметры контуров:	35
3.2. Механический контур	37
3.3. Система уравнений.....	38
4. АНАЛИЗ РАБОТЫ ИЗЛУЧАТЕЛЯ СВМ	40
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ресурсо-ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	47
5.1. Анализ конкурентоспособности.....	47
5.2. SWOT- анализ проекта	49
5.3. Планирование научно-исследовательских работ	52
5.3.1. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:.....	52
5.3.2. Определение трудоемкости выполнения технического проекта.....	53
5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	54
5.4. Расчет бюджета для научно-технического исследования	57
5.4.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	57
5.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы	60
5.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	62
5.4.4. Накладные расходы	62
5.4.5. Формирование сметы технического проекта.....	63
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕОТСТВЕННОСТЬ.....	64

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	64
6.2. Производственная безопасность	66
6.2.1. Анализ вредных и опасных факторов.....	66
6.2.1.1 Повышенный уровень шума	67
6.2.1.2 Повышенный уровень вибрации	68
6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	69
6.2.1.4 Отклонение параметров микроклимата.....	71
6.2.1.5. Опасность поражения электрическим током.....	72
6.3. Экологическая безопасность.....	73
6.4. Безопасность в ЧС.....	75
6.4.1. Загорание (пожар).....	75
6.4.2 Электропоражение как источник ЧС	76
Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	78
Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
Список источников	81

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СВМ – сельскохозяйственный вибромассажер

ПЧ – преобразователь частоты

ВВЕДЕНИЕ

Вибрация

Периодические колебательные движения, вызывающие у человека своеобразное ощущение сотрясения, принято называть вибрациями. [1]

Понятие “вибрация” является синонимом понятия “механическое колебание”. Любая живая система от клеточных органелл (ядро, хромосомы) до клеток тканей (эритроциты, капилляры) характеризуется наличием высокочастотных механических колебаний (ультразвук - гиперзвук). Это позволяет рассматривать колебательные процессы одним из основных проявлений жизни [1].

Лечебное применение вибрации в медицине

Впервые действие специального лечебного виброустройства отмечено Вольтером – XIII в. – в его письме: “Я залез в трясулку аббата де Сен-Пьера и теперь чувствую себя лучше”. В России, при помощи специального вибрационного стола, лечил под руководством В.М. Бехтерева, в клинике нервных болезней, доктор Н.Ф. Чигаев [1].

Одной из форм вибрации является массаж. Массаж для сильно утомленного человека уменьшает напряжение и, одновременно, благодаря ускорению кровотока в мышцах, приводит к быстрому удалению из организма продуктов распада. Массаж ускоряет рассасывание отеков, влияет на состав крови, увеличивает число тромбоцитов и эритроцитов а также повышает уровень гемоглобина, при его дефиците. Под воздействием массажа раскрываются резервные капилляры, в крови образуются активные вещества – тканевые гормоны – гистамин и ацетилхолин. Для достижения эффекта от вибрационного массажа достаточно его проводить по три–десять минут ежедневно в течение четырёх–восьми дней [1].

В настоящее время вибрация применяется при точечных массажах, разного рода вибраторах и массажерах, но, при неправильном применении, они могут нанести вред организму.

Использование вибрации совместно с другими терапевтическими процедурами.

Применение вибрации очень эффективно в сочетании с другими факторами – ручным массажем, тепловыми процедурами, лечебной гимнастикой, различными ваннами [1].

При комплексном лечении – вибромассаж предстательной железы лекарственными препаратами – излечивалось мужское бесплодие на почве олигоспермии (последствий латентно протекающего простатита), сексуальные расстройства у мужчин. При этом наблюдается повышение тонуса организма и его работоспособность, уменьшение подавленности, рост либидо и яркости оргазма, удлинение фрикционного периода [1].

Термовибромассаж помогает в лечении хронических заболеваний, таких как бронхит, а также при восстановлении голоса. Вибрация при совместном применении с вибро-электропунктурой помогает при невынашивании беременности и иных заболеваниях.

Применение вибрационно-точечного массажа в совокупности с лечебной гимнастикой позволяет повысить эффективность лечения спастических форм детского церебрального паралича и энуреза у детей.

Физиологическое действие вибрации

Воздействие вибрации на организм сопровождается определенными сосудодвигательными реакциями, изменением биоэлектрической активности мышц. Наблюдается положительное влияние кратковременной ежедневной вибрации, что проявляется в организме увеличением силы мышц, улучшением их кровоснабжения, ускорением заживления ран, что сохранялось в течение нескольких дней после прекращения вибрации [1].

Эффективность воздействия вибрации зависит от интенсивности и продолжительности её воздействия. Действие вибрации не ограничивается только локальным влиянием: раздражая нервные рецепторы, находящиеся в

кожных покровах и глублежащих тканях, она осуществляет свое воздействие и рефлекторно, на отдаленные от места раздражения органы и системы. Ответная реакция организма, как показывают исследования, зависела от локализации вибрационного воздействия и характеризовалась повышением функциональности, в первую очередь, тех органов, которые сегментарно связаны с местом раздражения [1].

Под воздействием механических вибраций малой интенсивности и короткой продолжительности в организме формируется комплекс защитно-приспособительных механизмов. Он проявляется в усилении тонуса симпатoadреналовой и гипofиз-адреналовой систем, активизацией метаболических процессов, в ограничении иммунологических сдвигов, нормализации состояния центральной нервной системы. Выявлено, что такие слабые, на первый взгляд, раздражители, как обычный массаж и аппаратный вибрационный массаж кожи или десен, действующие в течение 5-10-15 минут, уже вызывают повреждение определенных тканевых структур, очевидно, ферментных систем. При дальнейших сеансах деструктурные явления не усугублялись, а гистологическая картина свидетельствовала даже о возникновении процессов репарации [1].

Таким образом, применение дозированной вибрации и её положительное влияние на организм человека, известны давно, и, широко используются в современной медицине. Данный факт способствовал расширению области применения вибрации в медицинских целях путём применением её и в животноводческой сфере.

Интенсивный путь развития животноводства предполагает рост производимой продукции на базе использования новых, модернизированных, более совершенных и эффективных средств производства. Он связан с дополнительными затратами по их применению, изменению производственной структуры, совершенствованию организации процесса с целью увеличения выхода продукции на единицу основных фондов.

Интенсификация животноводства включает в себя, наряду с повышением генетического потенциала животных, широкое использование физиологических резервов повышения их продуктивных и защитных свойств. Для существующей промышленной технологии ведения молочного скотоводства характерны высокая концентрация животных, ограниченность активного рациона или его отсутствие, преобладание в рационе концентрированных и консервированных кормов, стрессовые ситуации, сопровождающие выполнение технологических операций. Все это приводит к снижению реализации имеющегося потенциала продуктивных, репродуктивных качеств животных, ранней выбраковке их из стада [2].

Известные приемы нормализации репродуктивных функций животных, среди которых первоочередное значение имеет применение гормональных, биологически активных препаратов, физиотерапевтических методов, несмотря на высокую результативность, не всегда отвечают требованиям производства [2].

Темпы современного развития сельскохозяйственного производства в настоящее время определяются поиском и освоением новых, более эффективных научных разработок, приемов, позволяющих при наименьших затратах ручного труда, его исключении оказывать стимулирующее влияние на физиологические функции [2].

Однако, не все современные разработки, исследования новых приемов внедряются затем в производство по причине своей не технологичности или неблагоприятному влиянию на животных. Наиболее выраженным рефлекторным действием на организм при различных способах воздействия обладает вибрационный массаж. Анализ литературных данных применения вибрационного массажа свидетельствует о возникновении гаммы сложных процессов при воздействии механических колебаний на организм, отражающихся в физиологических, морфологических, гистологических изменениях. Повышается тонус кровеносной системы,

ускоряется кровоток, улучшается кровообращение, интенсифицируется функция желез и органов, повышается обмен веществ в организме.

Однако, данные о применении вибромассажа в области животноводства для стимуляции половой активности быков-производителей, эстрогенной активности яичников у коров, морфофункциональных качеств молочной железы у нетелей, коров, в литературных источниках малочисленны. В доступной литературе нет данных о влиянии вибромассажа на интерьерные, биохимические, гистологические показатели крупного рогатого скота.

Для того чтобы решить эту проблему мною исследованы несколько научных работ, направленные на уменьшение процента заболеваемости и повышение производительности животных.

Ниже приведены научные исследования и их результаты. Особенно рассмотрено влияние на организм коров.

Технологические приемы повышения продуктивных и воспроизводительных качеств скота.

Таким образом, из рассмотренных источников выявлено что:

1. - под воздействием вибромассажа претерпевают изменения интерьерные, репродуктивные, продуктивные и технологические показатели животных;

- вибромассаж биологически активных зон на теле быков-производителей оказывает влияние на их клинико-биохимические показатели, половую активность, качественные и количественные показатели спермопродукции;

- вибромассаж области вульвы у коров способствует синхронизации половой охоты и стимуляции эстрогенной активности яичников, нормализации функций половых органов коров после отела и снижению периода инволюции половых органов, сокращению сервис-периода, расхода доз семени на одно плодотворное осеменение;

- вибромассаж молочной железы у нетелей оказывает влияние на изменение гормонального статуса у животных, гистологическую структуру молочной железы, технологические качества и молочную продуктивность;

2. Разработаны устройства (Пат. РФ NoNo 1168150, 4916934), способы (Пат. РФ NoNo 1811821, 2079291), а также ориентированные на их применение и апробированные в условиях производства технологии стимуляции репродуктивных, продуктивных и технологических качеств животных;

3. Впервые дано научное обоснование стимулирующего влияния вибромассажа на половую активность быков-производителей, на синхронизацию половой охоты и эстрогенную активность яичников у коров, формирование секреторного аппарата молочной железы у нетелей [2].

Результаты исследований положены в основу при разработке технологий стимуляции репродуктивных, продуктивных и технологических качеств коров, быков-производителей, рекомендаций: «Технология синхронизации половой охоты и стимуляции яичников у коров и нетелей, «Использование нетрадиционных технологических приемов в реализации генетического потенциала в молочном скотоводстве», обобщены и проанализированы в монографии «Нетрадиционные приемы повышения воспроизводительных и продуктивных качеств крупного рогатого скота».

Физиотерапевтический метод был основан на применении медицинского виброакустического аппарата «Витафон» (регистрационное удостоверение No 29-271/94), который с учетом работы в четырехрядном типовом коровнике был доукомплектован 50-метровым электрическим проводом и специальным креплением для виброфонов, которое состоит из овальной пластины из медицинской клеенки размером 5x10 см. С наружной стороны на пластине расположены два крепления из любого эластичного материала, в которые вставляются виброфоны, с внутренней стороны расположены две петли, также из эластичного материала, одна надевается на

средний палец руки, а вторая проходит по тыльной стороне ладони между большим и указательным пальцами и ниже мизинца (рис. 1) [3].

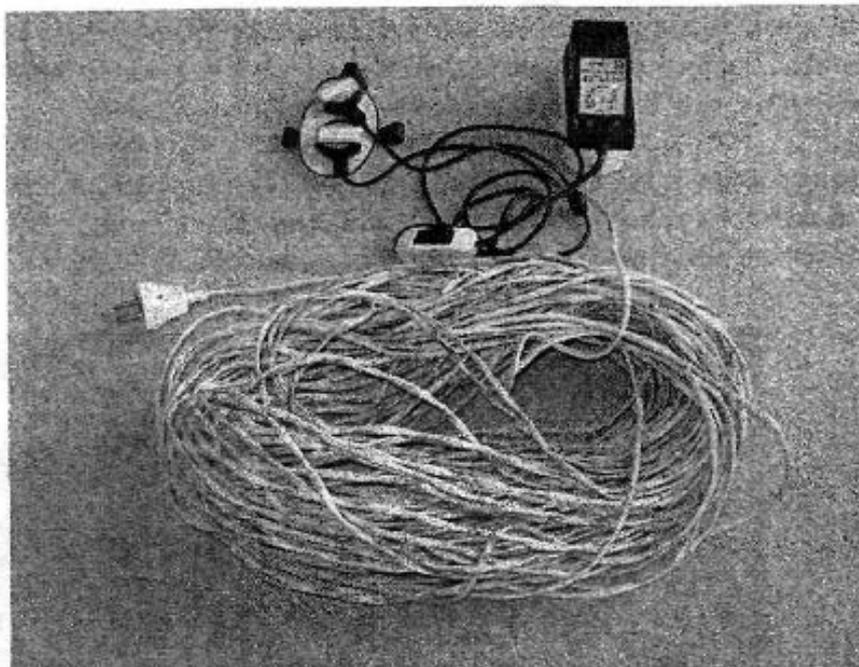


Рис. 1. Аппарат «Витафон»

Подготовка аппарата «Витафон» к работе проводится в следующей последовательности: виброфоны вставляются в крепления мембранами наружу, пластина с виброфонами надевается на руку, сверху надевается хирургическая, а затем разовая полиэтиленовая перчатка для искусственного осеменения. Хирургическая перчатка обеспечивает дополнительную фиксацию виброфонов на руке и защищает их от попадания влаги, разовая перчатка предохраняет от загрязнения и меняется после каждого животного (рис. 2) [3].

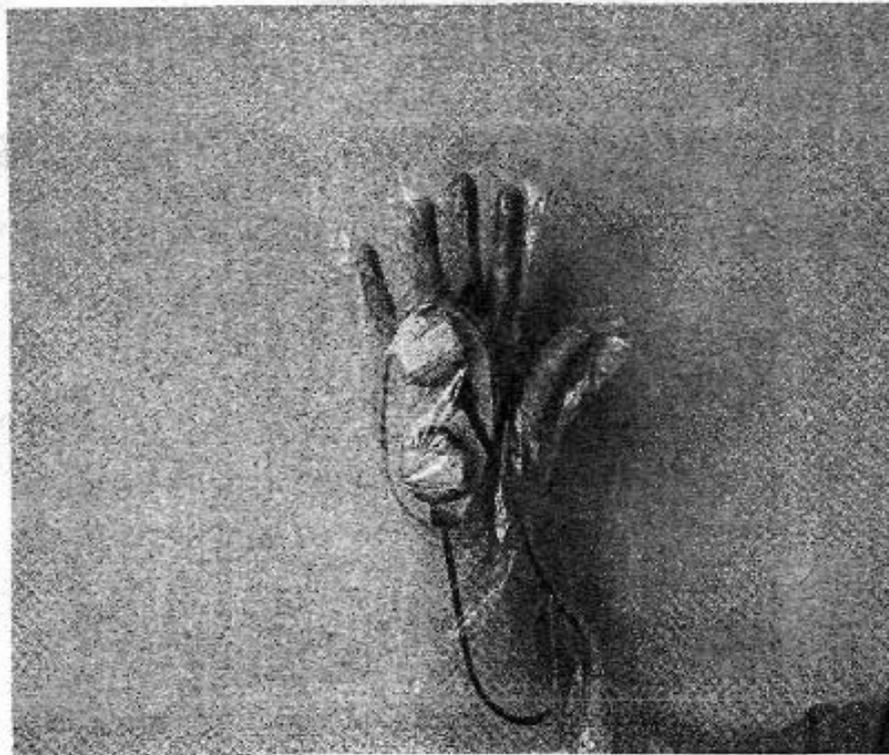


Рис. 2. Подготовка аппарата “Витафон” к работе

Ежедневно в период проведения опыта, а также на 20 и 30 день ректально определяли и отмечали позитивные изменения в яичниках опытных и контрольных животных (консистенцию яичников, наличие и рост фолликулов) [3].

Однако, не все современные разработки, исследования новых приемов внедряются затем в производство по причине своей нетехнологичности или неблагоприятному влиянию на животных.

Также исследования аппарата “Витафон” носили только экспериментально-информативный характер и их результат не вылился в разработку промышленных образцов сельскохозяйственных вибромассажеров, удобных и санитарно-гигиеничных в применении.

Аппарат “Витафон” имеет следующие недостатки: не безопасен, антигигиеничен, неудобен, отсутствует регулирование уровня вибрационных воздействий.

Практическая значимость рассмотренных исследований заключается в том, полученными результатами доказано позитивное влияние вибромассажа на клинико-физиологические, технологические, репродуктивные и продуктивные качества животных. Однако, в тоже время, отсутствуют сведения о опытно-промышленных образцах устройств вибромассажа, применяемых на практике.

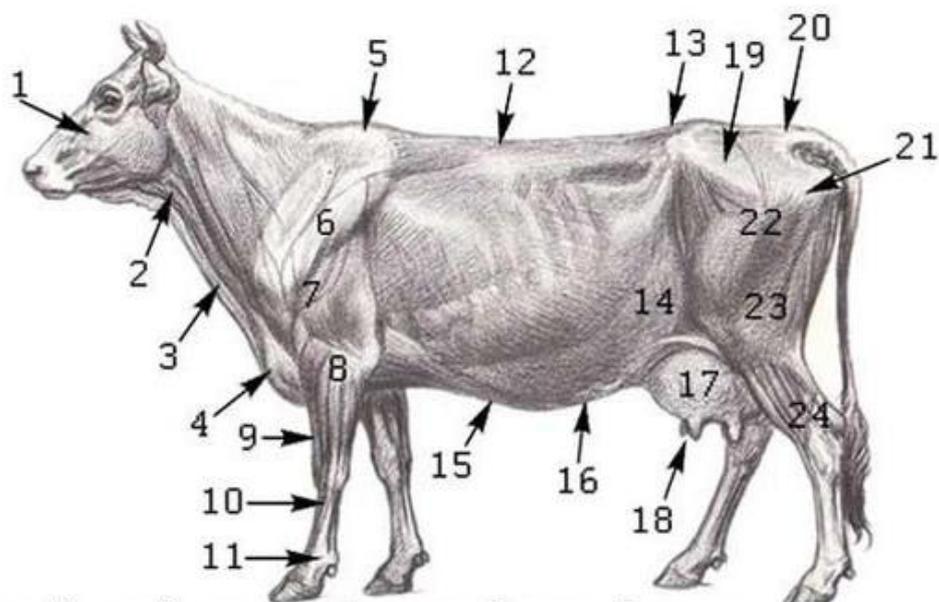
Цель работы: разработка экспериментального образца сельскохозяйственного вибромассажёра (СВМ) технологически и технически удобного для применения в условиях фактического содержания животных.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить технологические приемы использования СВМ.
2. Разработать конструкцию СВМ.
3. Разработать математическую модель СВМ.
4. Установить оптимальные режимы работы СВМ.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВМ

Ранее проведёнными исследованиями установлено, что объектами вибрационного воздействия, определяющими эффективность вибромассажа, являются репродуктивные органы животных, расположенные в области под маклоком 19 рис. 1.1. Следовательно, прибор для наружного вибрационного воздействия должен располагаться в данной зоне. Наружное расположение прибора обладает явными и безусловными санитарно-гигиеническими преимуществами.



1- голова; 2 - шея; 3 - подгрудок; 4 - сокол; 5 - холка; 6 - лопатка;
7 - плечелопаточный сустав; 8 - подплечье; 9 - запястье; 10 - пясть; 11 - путовый сустав;
12 - спина; 13 - поясница; 14 - шуп; 15 - молочный колодец; 16 - молочные вены;
17 - вымя; 18 - соски; 19 - маклок; 20 - крестец; 21 - седалишный бугор; 22 - бедро;
23 - коленный сустав; 24 - скакательный сустав.

Рис. 1.1. Строение тела коровы

Зона 19 рис. 1.1 в поперечном сечении характеризуется наличием хребтины животного (Рис. 1.1), что также должно учитываться при разработке конструкции СВМ. С учётом этой особенности логичным является предложение выполнять прибор с двумя излучателями вибрации. Использование двух излучателей может определённым образом усилить эффект воздействия путём наложения волн вибрации по телу животного.

Излучатели СВМ должны быть взаимно зафиксированы на определенном расстоянии друг от друга в целях избежания непосредственного вибрационного воздействия на хребтину животного.

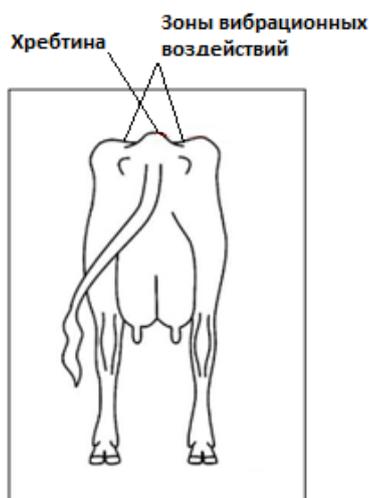


Рис. 1.2. Строение тела коровы в поперечном сечении

Далее, прибор должен надежно закрепляться на теле животного. Для этого предлагается использовать эластичные ремни, позволяющие фиксировать СВМ на теле животного в заданной зоне, как это показано на Рис. 1.3.

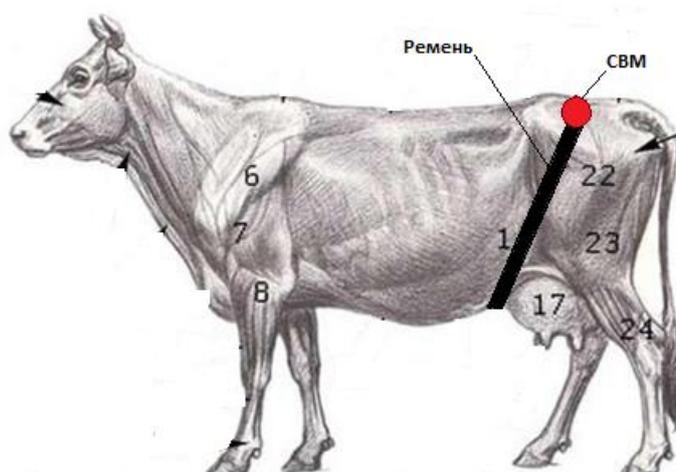


Рис. 1.3. Расположение и крепление СВМ на теле животного

Длина ремня должна быть регулируемой для обеспечения размещения СВМ на теле животных различных габаритов.

Применение СВМ требует определённого времени для привыкания животного к данному физиотерапевтическому воздействию. Поэтому на первых порах применения СВМ животное должно находиться в зоне ограниченного перемещения. Это обеспечивается созданием загона для животного.

Кроме этого помимо привыкания животного к вибрационному воздействию требуется предусмотреть регулирование уровня и частоты вибрации. Несомненно, что каждая особь обладает собственной областью индивидуального комфортного восприятия вибрационного массажа.

Эксплуатация СВМ должна удовлетворять требованиям безопасности. Детали прибора должны быть стойкими к условиям эксплуатации в коровниках, как по агрессивным-химическим воздействиям, так и по электробезопасности.

Таким образом, нами определены общие технологические особенности применения СВМ для проведения вибрационного массажа животных, которые необходимо учитывать при разработке конструкции прибора.

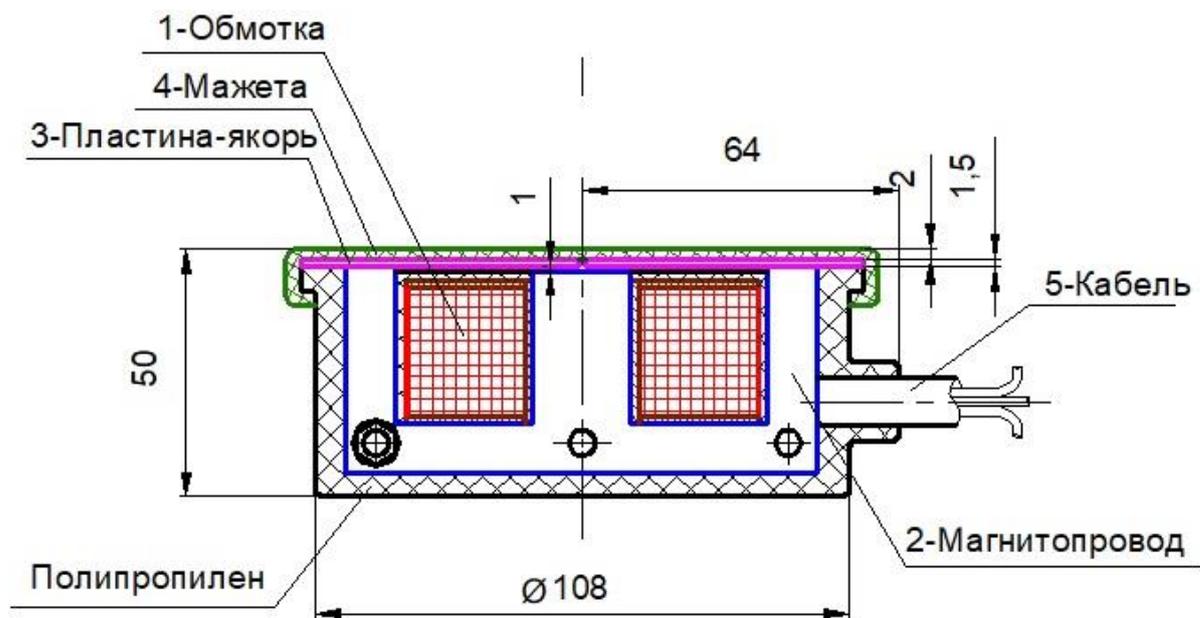
2. КОНСТРУКЦИЯ СВМ

С учётом выше указанных особенностей применения вибромассажёра следует рассматривать, как один из основных принципов создания вибрации, электромагнитный принцип. Электромагнитные излучатели позволяют создавать вибрации в диапазоне требуемых воздействий от 20 до 100 Гц. Данный диапазон достаточно просто перекрывается при использовании выпускаемых промышленных частотных преобразователей (ПЧ). Промышленные образцы ПЧ позволяют плавно регулировать частоту питающего напряжения в указанном диапазоне. Кроме этого ПЧ позволяют регулировать величину напряжения, подаваемого на СВМ, тем самым обеспечивать регулирование уровня вибрационного воздействия. По условиям электробезопасности напряжение, подаваемое на СВМ, рекомендуется устанавливать не более 36 В.

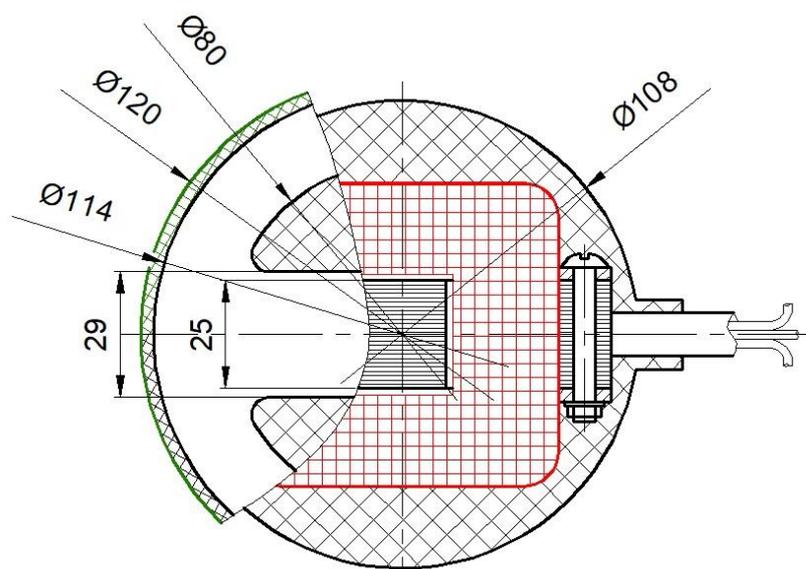
Важным параметром СВМ являются массогабаритные показатели. Масса СВМ должна быть, с одной стороны, достаточной для создания чувствительного уровня вибраций, а с другой, не вызывать негативной реакции животного на большое давление. Считаем, что исходя из этих соображений, массу одного излучателя СВМ следует принять на уровне от 1,0 до 2,0 кг.

Габаритные размеры излучателей СВМ также должны быть выбраны из условий конкретики места и объектов применения. Представляется, что контактная поверхность излучения должна быть соизмерима с областью приложения вибраций на тело животного. Поэтому можем принять размеры головки излучателя круглого сечения с диаметром от 100 до 150 мм.

Макет излучателя СВМ, разработанный с учётом вышеизложенного, приведён на Рис. 2.1. Излучатель состоит из обмотки 1, магнитопровода 2, пластины-якоря 3, резиновой мажеты 4 и встроенного кабеля 5. Корпус излучателя СВМ выполнен путём заливки электромагнитной части полипропиленом. Кабель питания должен иметь жилу заземления для соединения с металлическими частями излучателя.



а)



б)

Рис. 2.1 Общий вид конструкции массажёра СВМ:
а – поперечное сечение; б – вид сверху

Ш-образный магнитопровод 2 предназначен для того, чтобы через него с небольшим потерями проходил магнитный поток, который возбуждается при помощи электротока, протекаемого по обмотке 1 излучателя СВМ. Именно способность переводить электрическую энергию в магнитную, делает его таким полезным для работы многих устройств. Лист

магнитопровода приведён на Рис. 2.2. Ш-образный магнитопровод набирается из листов электротехнической стали в пакет толщиной 25 мм.

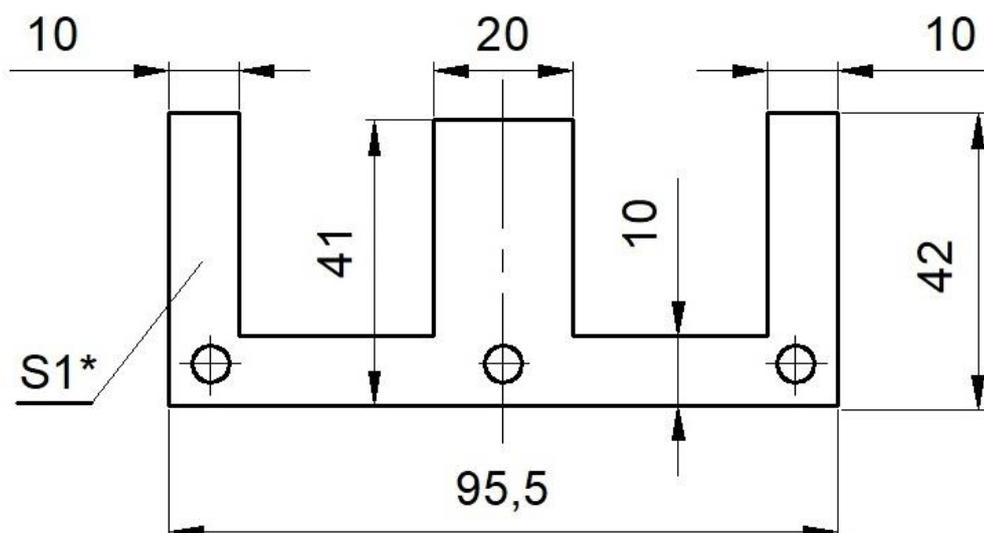


Рис. 2.2 Лист магнитопровода

Обмотка 1 предназначена для создания магнитного потока. Когда происходит через неё переменный ток, создается магнитное поле в магнитопроводе.

Пластина-якорь 3 предназначена Рис. 2.3 для замыкания магнитного потока, который течет через него. Также уменьшить электрическую потерю. Потому что, когда ток течет в обмотке, у него вихревой ток возникает. При подаче на обмотку переменного напряжения пластина-якорь начинает совершать колебания, создавая вибрационное воздействие на тело животного. Часть пластины-якоря по периферии плотно прилегает к магнитопроводу, а в центральной части имеет зазор, что обеспечивает возможность колебаний лепестков. Перемычка пластины-якоря в центральной части имеет разрез, позволяющий получить требуемую жесткость колебательной системы.

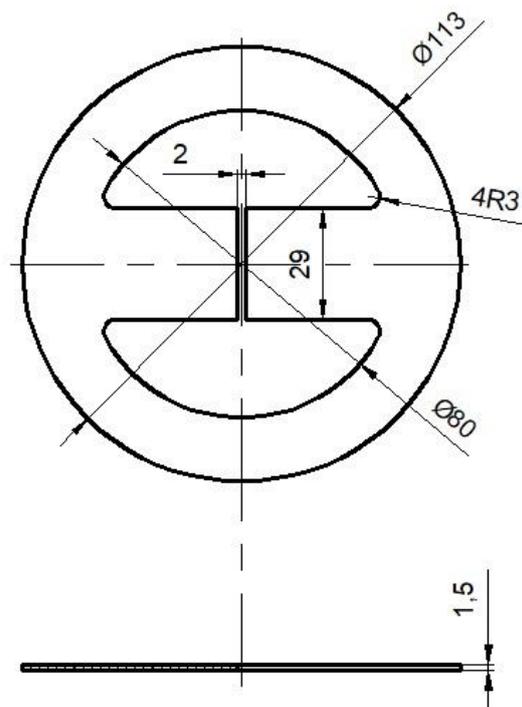


Рис. 2.3 Пластина-якорь

Резиновая манжета Рис.2.4 предназначена для того, чтобы зафиксировать пластину-якорь в конструкции. Резиновая манжета защищает пластину-якорь от коррозионного действия агрессивной среды. Вибрация передаётся от лепестков пластины-якоря через резиновую манжету на тело животного.

Для удобства размещения излучателей СВМ на теле животного применяется кондуктор, конструкция которого приведена на Рис. 2.5. Кондуктор закрепляется на теле животного при помощи эластичных ремней.

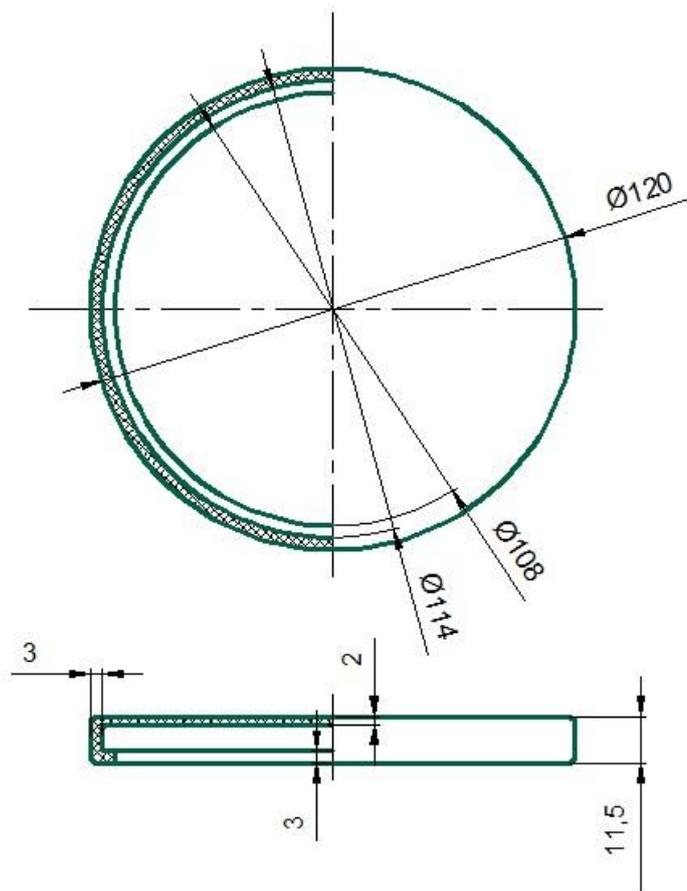


Рис. 2.4 Манжета СВМ

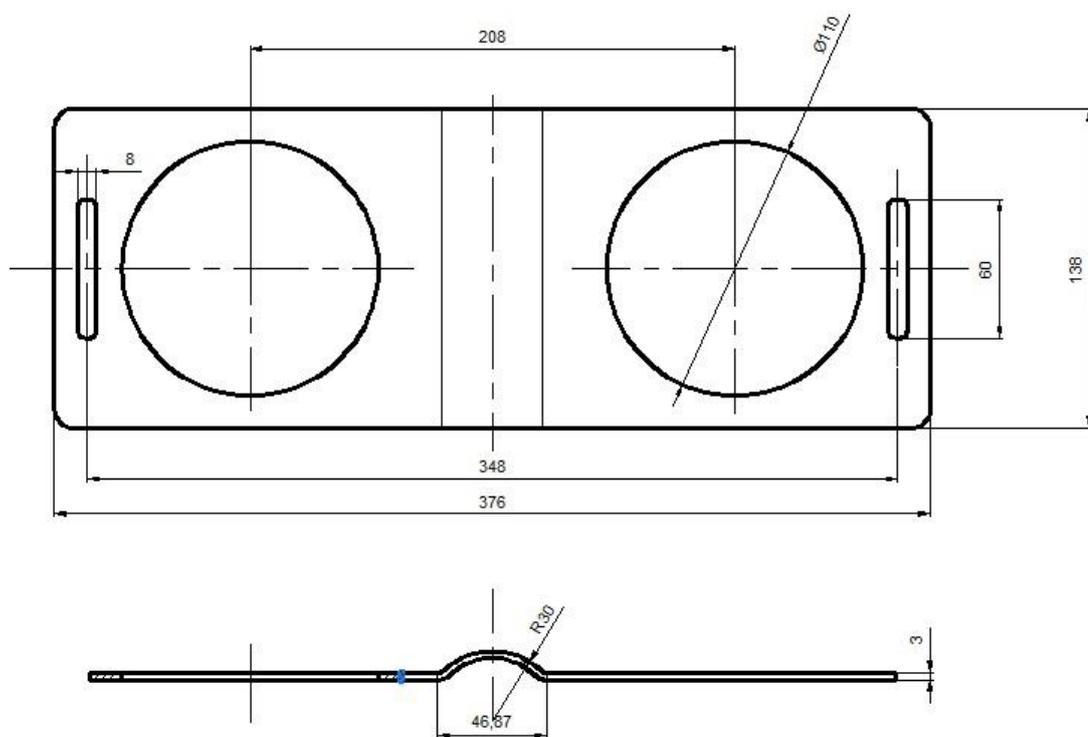


Рис. 2.5 Кондуктор

Все электротехнические части СВМ заливаются полипропиленом в специальной прессформе для их защиты от воздействия агрессивной окружающей среды.

Излучатель СВМ работает следующим образом. Излучатели размещаются на теле животного с помощью кондуктора Рис.2.5 как показано на Рис. 1.3. От источника переменного напряжения через кабель на обмотки излучателей подаётся напряжение. Под действием напряжения по обмоткам протекает переменный ток. Переменный ток создаёт силу притяжения, которая заставляет притягиваться лепестки пластины-якоря и совершать колебательные движения. Через резиновую манжету колебания передаются на тело животного. В качестве источника переменного напряжения используется однофазный частотный преобразователь, позволяющий регулировать частоту и величину напряжения на выходе. Данное свойство можно использовать для регулирования вибрационного воздействия и подбирать необходимое сочетание этих величин для получения эффективного результата.

3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИБРОМАССАЖЁРА

Разработанная конструкция СВМ позволяет разработать математическую модель. СВМ представляет собой электротехническое устройство, которое состоит из электрической цепи и механического колебательного контура.

3.1. Электрическая цепь СВМ

Электрическая цепь СВМ состоит из обмотки концентрической конструкции, которая подсоединяется к источнику переменного напряжения.

Схему замещения электрической цепи СВМ, состоящую из индуктивного и активных сопротивлений, можно представить как показано на Рис. 3.1.

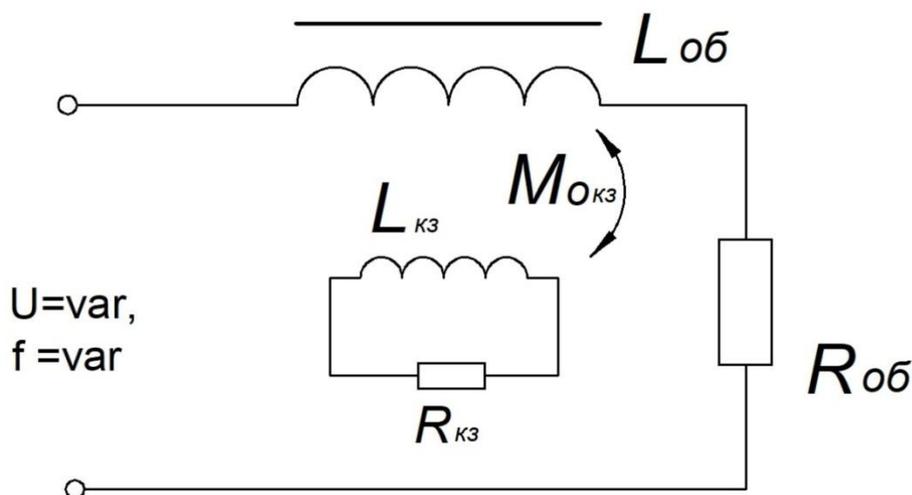


Рис. 3.1 Электрическая схема замещения СВМ

Основной электрический контур образован обмоткой электромагнита, которая подключается к источнику переменного напряжения. Обмотка излучателя имеет следующие параметры: $L_{об}$ – собственная индуктивность; $R_{об}$ – активное сопротивление.

Якорь-пластина образует короткозамкнутый контур с параметрами собственной индуктивности $L_{кз}$ и активного сопротивления $R_{кз}$.

Имея конструктивные размеры магнитопровода определим обмоточные данные СВМ, ориентируясь на электромагнит Рис. 3.2.

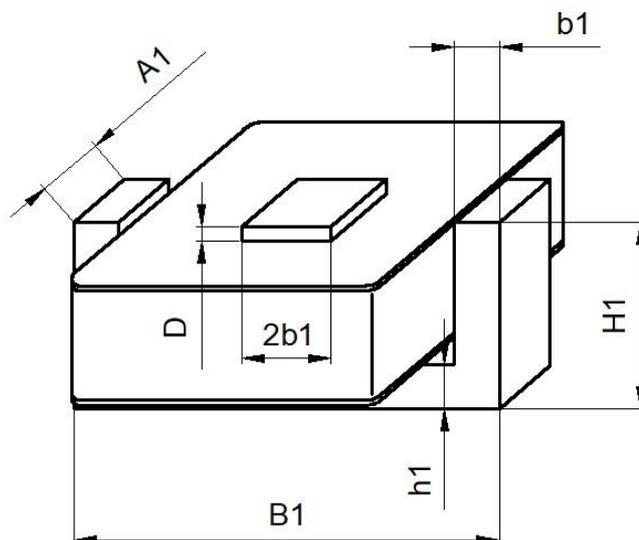


Рис. 3.2. Электромагнит

Начальный воздушный зазор, м

$$x_0 = 0,001 \text{ м}$$

Коэффициент заполнения обмотки проводом

$$k_{\text{зап}} = 0,55 \text{ о. е.}$$

Перегрев обмотки в рабочем состоянии, °С

$$\Delta T = 40 \text{ °С}$$

Удельное электрическое сопротивление(меди), Ом*м

$$\rho_{\text{м}} = 0,0175 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} * \text{ м}$$

Удельное электрическое сопротивление(стали), Ом*м

$$\rho_{\text{ст}} = 0,0475 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} * \text{ м}$$

Магнитная проницаемость вакуума (воздуха)

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ о. е.}$$

Относительная магнитная проницаемость стали

$$\mu_{\text{ст}} = 500 \text{ о. е.}$$

Температурный коэффициент электрического сопротивления, Ом*°С

$$\tau_{\mu} = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ Ом} * \text{ °С}$$

Доступная плотность тока в обмотке, А/м²

$$j_{\text{доп}} = 2,4 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$$

3.1.1. Конструктивные размеры электромагнита

Магнитопровод

$B1 = 0,0955$ м – длина спинки магнитопровода;

$h1 = 0,01$ м – высота спинки магнитопровода;

$b1 = 0,01$ м – ширина стержня магнитопровода (полюса);

$A1 = 0,025$ м – длина полюса магнитопровода;

$H1 = 0,042$ м – высота стержня магнитопровода.

Катушка

$\Delta 1 = 0,0015$ м – толщина стенки каркаса обмотки;

$D = 0,002$ м – зазор между обмоткой и металлическими частями корпуса;

$d_{пр} = 0,0015$ м – диаметр жилы провода (выбирается по справочным данным);

$d_{пр.и} = 0,00159$ м – диаметр обмоточного провода в изоляции (выбирается по справочным данным).

3.1.2. Расчет обмоточных данных

1. Площадь окна для разрешения обмоток, м²

- для Ш-образного магнитопровода с одной обмоткой

$$\begin{aligned} S_{\text{окн}} &= \left(\frac{B1}{2} - 2b1 - 2\Delta1 \right) \cdot (H1 - h1 - \Delta1) \\ &= \left(\frac{0,0955}{2} - 2 \cdot 0,01 - 2 \cdot 0,0015 \right) \cdot (0,042 - 0,01 - 0,0015) \\ &= 7,5488 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \end{aligned}$$

2. Расчетное количество витков в окне местержнего пространства

- для Ш-образного магнитопровода (одна катушка)

$$K_p = \frac{4S_{\text{окн}} \cdot k_{\text{зап}}}{\pi \cdot d_{\text{пр.и}}^2} = \frac{4 \cdot 7,5488 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55}{3,14 \cdot 0,00159^2} = 209,0998 \text{ о. е.}$$

Принимаем $K = 200$

3. Расчетная толщина обмотки, м

$$Q = \frac{B1}{2} - 2b1 - \Delta1 = \frac{0,0955}{2} - 2 \cdot 0,01 - 0,0015 = 0,0263 \text{ м}$$

4. Расчетное количество слоёв обмотки

$$N_{\text{сл.об.р}} = \frac{Q}{d_{\text{пр.и}}} = \frac{0,0263}{0,00159} = 16,5094 \text{ о. е.}$$

Принимаем $N_{\text{сл.об}} = 16$

5. Расчетное количество рядов обмотки

$$N_{\text{р.об}} = \frac{K}{N_{\text{сл.об}}} = \frac{200}{16} = 12,5 \text{ о. е.}$$

Принимаем $N_{\text{р.об}} = 12 \text{ о. е.}$

6. Расчетное количество витков

$$W = N_{\text{сл.об}} \cdot N_{\text{р.об}} = 16 \cdot 12 = 192 \text{ о. е.}$$

7. Расчетная длина среднего витка обмотки

$$R_{\text{ск.р}} = \frac{(N_{\text{сл.об}} + 1) \cdot d_{\text{пр.и}}}{2} = \frac{(16 + 1) \cdot 0,00159}{2} = 0,0135 \text{ м}$$

$$\begin{aligned}
L_{\text{ср}} &= 2(2b_1 + A_1 + 2\Delta_1) + 2 \cdot \pi \cdot R_{\text{ск.р}} \\
&= 2(2 \cdot 0,01 + 0,025 + 2 \cdot 0,0015) + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0135 \\
&= 0,1809 \text{ м}
\end{aligned}$$

8. Расчетная длина провода обмотки

$$L_{\text{пр.об}} = L_{\text{ср}} \cdot W = 0,1809 \cdot 192 = 34,7361 \text{ м}$$

Принимаем $L_{\text{пр.об}} = 40 \text{ м}$

9. Активная сопротивление обмотки

$$R_{\text{об}} = 4 \cdot \rho_{\text{м}} \frac{L_{\text{пр.об}}}{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2} = 4 \cdot 0,0175 \cdot 10^{-6} \frac{40}{3,14 \cdot 0,0015^2} = 0,344 \text{ Ом}$$

10. Активное сопротивление обмотки в горячем состоянии

$$R_{\text{об.гор}} = R_{\text{об}} \cdot (1 + \tau_{\mu} \cdot \Delta T) = 0,344 \cdot (1 + 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot 40) = 0,3963 \text{ Ом}$$

11. Допустимый ток в обмотке

$$I_{\text{доп}} = j_{\text{доп}} \cdot \pi \cdot \frac{d_{\text{пр}}^2}{4} = 2,4 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,0015^2}{4} = 4,2412 \text{ А/м}^2$$

3.1.3. Дополнительные расчетные данные:

1. Сечение полюсного наконечника

$$S_{\text{пол}} = A_1 \cdot b_1 = 0,025 \cdot 0,010 = 0,00025 \text{ м}^2$$

2. Диаметр к.з. витка (при наличии)

$$D_{\text{кз}} = (A_1^2 + b_1^2)^{0,5} + 0,1 \cdot A_1 = (0,025^2 + 0,01^2)^{0,5} + 0,1 \cdot 0,01 = 0,0519 \text{ м}$$

3. Длина контура к.з. витка

$$L_{\text{кз}} = 1,1 \cdot \pi \cdot D_{\text{кз}} = 1,1 \cdot 3,14 \cdot 0,0519 = 0,1794 \text{ м}$$

4. Толщина к.з. витка, образованного корпусом

$$\tau_{\text{к.з.}} = 0,000 \text{ м}$$

5. Толщина к.з. витка, образованного массивным якорем

$$H_a = 0,002 \text{ м}$$

6. Средняя длина магнитной цепи

$$\begin{aligned}
L_M &= 2 \left(\frac{B1}{2} - b1 \right) + 2 \left(H1 - \frac{h1}{2} \right) + \tau_{к.з.} + H_a \\
&= 2 \left(\frac{0,095}{2} - 0,010 \right) + 2 \left(0,042 - \frac{0,010}{2} \right) + 0,000 + 0,002 \\
&= 0,1515 \text{ м}
\end{aligned}$$

7. Число витков в катушке

$$W = K = 200 \text{ о. е.}$$

8. Сечение к.з. витка якоря

$$S_{к.з.} = H_a \cdot 0,1 \cdot D_{к.з.} \cdot 10^6 = 0,002 \cdot 0,1 \cdot 0,0519 \cdot 10^6 = 10,3852 \text{ мм}^2$$

9. Активное сопротивление основного контура

$$R_K = R_{об.гор} = 0,3963 \text{ Ом}$$

3.1.4. Электрические параметры контуров:

Активное сопротивление к.з. контура корпуса

$$R_{к.з.} = \rho_{ст} \frac{\pi}{0,1H_a} 10^{-6} = 0,0475 \cdot 10^{-6} \frac{3,14}{0,1 \cdot 0,002} 10^{-6} = 7,46 \cdot 10^{-10} \text{ Ом}$$

Активное сопротивление к.з. контура якоря

$$R_{к.з.} = \rho_{ст} \frac{\pi}{0,1H_a} 10^{-6} = 0,0475 \cdot 10^{-6} \frac{3,14}{0,1 \cdot 0,002} 10^{-6} = 7,46 \cdot 10^{-10} \text{ Ом}$$

Индуктивность обмотки основной

$$\begin{aligned}
L_{об} &= \frac{W^2 \cdot \mu_{ст} \cdot \mu_0 \cdot S_{пол}}{2,5 \left[2(X0) \frac{\mu_{ст}}{10} + L_M + 10 \cdot Q \right]} = \frac{200^2 \cdot 500 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 0,00025}{2,5 \left[2 \cdot 0,001 \frac{500}{10} + 0,1515 + 10 \cdot 0,0263 \right]} \\
&= 4,8911 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}
\end{aligned}$$

Взаимоиндуктивность обмоток основных контуров

$$\begin{aligned}
M_{12} &= \frac{W^2 \cdot \mu_{ст} \cdot \mu_0 \cdot S_{пол}}{5 \left[2(X0) \frac{\mu_{ст}}{10} + L_M + 10 \cdot Q \right]} = \frac{200^2 \cdot 500 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 0,00025}{5 \left[2 \cdot 0,001 \frac{500}{10} + 0,1515 + 10 \cdot 0,0263 \right]} \\
&= 2,4455 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}
\end{aligned}$$

Взаимоиндуктивность основного и к.з. контура

$$M_{12} = \frac{W \cdot \mu_0 \cdot S_{пол}}{(X0) + H1 - h1} = \frac{200 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 0,00025}{0,001 + 0,042 - 0,01} = 1,9045 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$$

Индуктивность условного витка к.з. контура

$$\begin{aligned}
L_{\text{к.з.}} &= 2 \cdot 10^{-7} \pi \cdot D_{\text{к.з.}} \left[\ln \left[8 \cdot \frac{D_{\text{к.з.}}}{\left[2 \cdot h_{\text{к.з.}} \frac{(D_{\text{к.з.}} - A1)}{\pi} \right]^{0,5}} \right] - 1,75 \right] \\
&= 2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,14 \cdot 0,0519 \left[\ln \left[8 \cdot \frac{0,0519}{\left[2 \cdot 0,001 \frac{0,0519 - 0,025}{3,14} \right]^{0,5}} \right] - 1,75 \right] \\
&= 9,3362 \cdot 10^{-8} \text{ Гн}
\end{aligned}$$

Где $h_{\text{к.з.}} = \frac{H_a}{2} = \frac{0,002}{2} = 0,001$ м – высота условного витка к.з. контура.

Рассчитанные выше параметры необходимы нам для составления дифференциальных уравнений, позволяющих нам определить технические характеристики устройства на стадии проектирования.

Дифференциальное уравнение для основной электрической цепи излучателя описывается формулой

$$U_m \sin(\omega t) = i \cdot R_{\text{об}} + \frac{d\Sigma\Psi_i}{dt} \quad (3.1)$$

где: i – ток в основной цепи излучателя СВМ;

$\Sigma\Psi_i$ – суммарное потокосцепление основного контура;

U_m – амплитуда питающего напряжения;

ω – угловая частота питающего напряжения.

Потокосцепление основного контура образуется собственной индуктивностью обмотки и взаимной индуктивностью обмотки СВМ и к.з. контуром, образованным пластиной-якорем излучателя.

Уравнение для к.з. контура (к.з.к.) имеет вид

$$0 = i_{\text{кз}} \cdot R_{\text{кз}} + \frac{d\Sigma\Psi_{\text{кз}}}{dt} \quad (3.2)$$

где: $i_{\text{кз}}$ – ток в к.з.к.;

$R_{\text{кз}}$ – активное сопротивление к.з.к.;

$\Sigma\Psi_{\text{кз}}$ – суммарное потокосцепление к.з.к.

Общее потокосцепление к.з.к. образовано собственной индуктивностью и взаимной индуктивностью с обмоткой СВМ.

3.2. Механический контур

Механический контур образован лепестками пластины-якоря, являющимися пластиной с закреплённой одной стороной и обладающими определённой жёсткостью. Схема замещения, являющаяся колебательным звеном, представлена на Рис. 3.3.

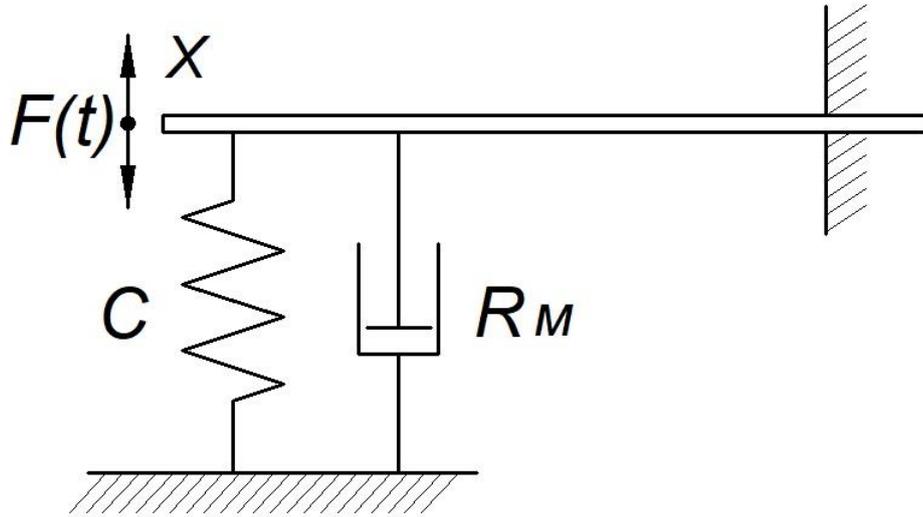


Рис. 3.3. Механический контур излучателя СВМ

На представленной Рис. 3.3 схеме: C – жёсткость лепестка пластины-якоря, R_m – механическое сопротивление колебаниям лепестка, x – амплитуда колебаний лепестка, $F(t)$ – возмущающая сила, создаваемая электромагнитом электрического привода.

Сопротивление R_m вызывается потерями на деформацию лепестка при изгибе.

Жёсткость, создаваемая пластиной с закреплённой одним концом, может быть рассчитана по формуле

$$C = \frac{E \cdot h^3 \cdot b}{24 \cdot l^3} \quad (3.3)$$

где: E – модуль упругости стали, h – толщина пластины, l – длина пластины, b – ширина пластины.

Дифференциальное уравнение для механического контура излучателя СВМ имеет вид

$$M \frac{d^2x(t)}{dt^2} + R_{\text{мех}} \frac{dx(t)}{dt} + qx(t) = F_{\text{в}}(t), \quad (3.4)$$

где: M – общая масса всех подвижных частей колебательной системы; $R_{\text{мех}}$ – коэффициент механических потерь на вязкое трение; q – жёсткость пружинного подвеса; $F_{\text{в}}(t)$ – возмущающая сила; x – смещение лепестка.

Возмущающая сила в колебательной системе излучателя возникает в результате притяжения лепестка к центральному стержню под действием электромагнитной силы, создаваемой обмоткой СВМ, которая может быть определена как

$$F_{\text{в}}(t) = i^2 \left(\frac{dL_{1(2)}}{dx} + \frac{dM_{12}}{dx} \right) + i_{\text{кз}}^2 \frac{dL_{\text{кз}}}{dx} \quad (3.5)$$

Масса подвижных элементов колебательной системы складывается из массы лепестка пластины-якоря, значение которой обусловлено его размерами.

$$M = l_{\text{л}} \cdot b_{\text{л}} \cdot h_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{ст}}, \quad (3.6)$$

где: $l_{\text{л}}$ – вылет лепестка;

$b_{\text{л}}$ – ширина лепестка;

$h_{\text{л}}$ – толщина пластины-якоря.

3.3. Система уравнений

Система дифференциальных уравнений, описывающая электрические и механические процессы в излучателе СВМ представлена выражением (3.7). Решая указанную систему численным методом, можно определить и оптимизировать основные технические параметры сельскохозяйственного вибромассажа.

$$\left\{ \begin{array}{l}
\frac{di}{dt} = \frac{Um \cdot \sin(\omega t) - i \cdot \left(R + \frac{dL}{dx} \cdot y - 2 \cdot \frac{M_{1(2)K3}}{L_{K3}} \cdot \frac{dM_{1(2)K3}}{dx} \cdot y \right) - i_{K3} \cdot \left(\frac{dM_{1(2)K3}}{dx} \cdot y - \frac{M_{1(2)K3}}{L_{K3}} \left(R_{K3} + \frac{dL_{K3}}{dx} \cdot y \right) \right)}{\left(L - \frac{M_{1(2)K3}^2}{L_{K3}} \right)} \\
\frac{di_{K3}}{dt} = \frac{i \cdot \left(\frac{M_{1(2)K3}}{L} \left(R + \frac{dL}{dx} \cdot y \right) - \frac{dM_{1(2)K3}}{dx} \cdot y \right) + i_{K3} \cdot \left(\frac{2M_{1(2)K3}}{L} \cdot \frac{dM_{1(2)K3}}{dx} \cdot y - \left(R_{K3} + \frac{dL_{K3}}{dx} \cdot y \right) \right) - \frac{M_{1(2)K3} \cdot Um \cdot \sin(\omega t)}{L}}{L_{K3} + M_{1(2)K3} - \frac{M_{1(2)K3}^2}{L}} \\
\frac{dy}{dt} = \frac{F_B(t) - R_{Mex} \cdot y - q_{II} \cdot x}{M} \\
\frac{dx}{dt} = y
\end{array} \right. \quad (3.7)$$

4. АНАЛИЗ РАБОТЫ ИЗЛУЧАТЕЛЯ СВМ

Задачей данного раздела является определение технических параметров СВМ, характеризующих безопасное применение данного устройства в условиях содержания животных: допустимое напряжение питания, безопасный ток.

На основе анализа результатов расчётов будет необходимо скорректировать предварительно выбранные количество витков в обмотке, диаметр обмоточного провода и начальный воздушный зазор.

Решать систему уравнений (3.7) будем численным методом Рунге-Кутты 4 порядка. Решение будем реализовывать в программной среде Mathcad 15.

По условиям эксплуатации безопасным напряжением в местах содержания животных является величина, не превышающая 12 В.

Постоянные параметры системы уравнений, использованные при расчётах: $R_{\text{мех}} = 1,0 \text{ кг/с}$, $C = 2000 \text{ Н/м}$.

На Рис. 4.1 приведены графики изменения тока в обмотке излучателя СВМ и амплитуды колебаний лепестка пластины-якоря при напряжении 12 В и при первоначально выбранном количестве витков обмотки СВМ $W=200$ провода диаметром 1,5 мм при частоте напряжения 50 Гц.

Из данного рисунка (Рис. 4.1) следует, что имеется необходимость корректировать обмоточные данные излучателя. Причиной этого является достаточно большое значение тока в обмотке (13,0 А) и высокие амплитуды колебаний (11 мм). И то и другое не допустимы в условиях содержания и применения прибора для комфортных воздействий на животных.

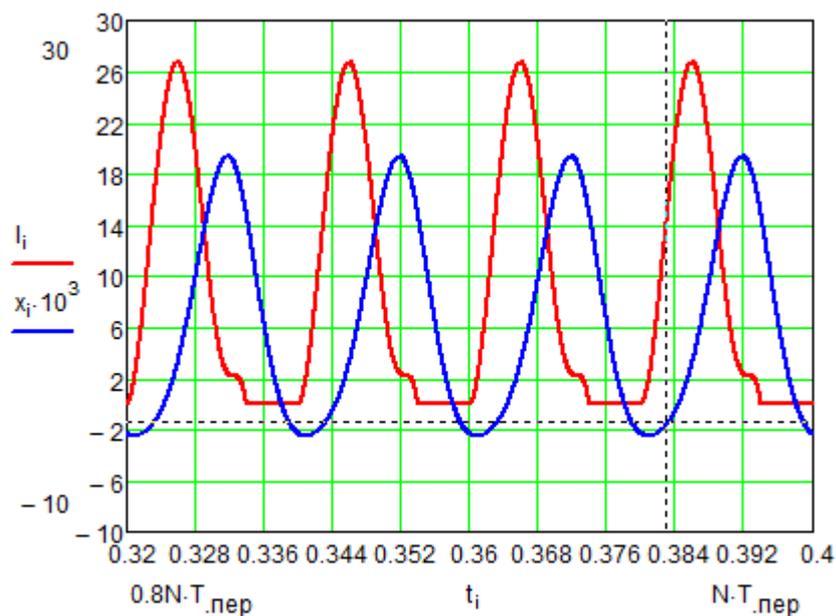


Рис. 4.1. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 200$, $U = 12$ В, $f = 50$ Гц, $\delta_0 = 2$ мм

Корректировка обмоточных данных излучателя СВМ позволила получить параметры вибромассажёра на уровне тех данных, которые были зафиксированы в результате экспериментальных работ, результаты которых рассмотрены ранее. Скорректированное количество витков обмотки СВМ установлено равным $W = 1600$.

Как видно из представленного Рис. (4.2) действующее значение тока в обмотке составляет 0,24 А, а амплитуда колебаний равна 0,23 мм.

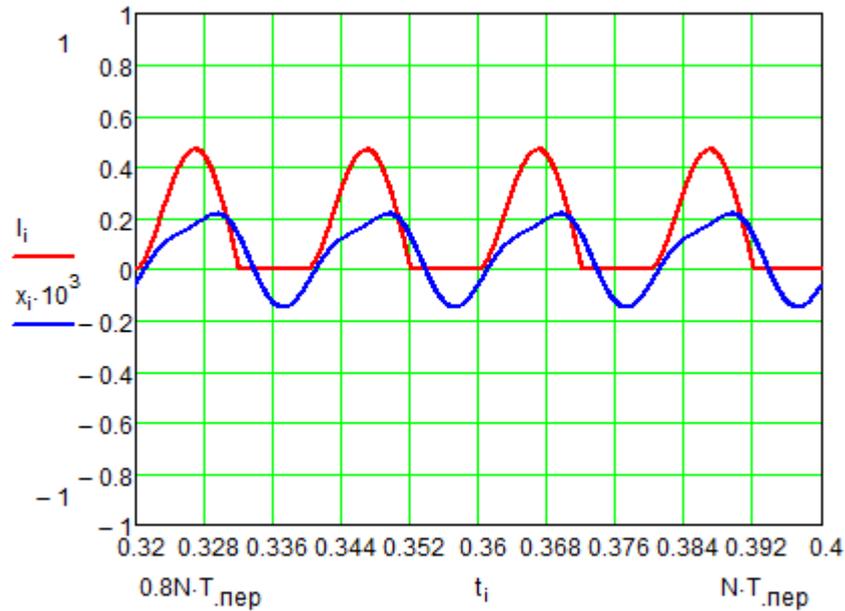


Рис. 4.2. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $U = 12$ В, $f = 50$ Гц, $\delta_0 = 2$ мм

Регулируя величину напряжения, подаваемого на обмотку излучателя, можно регулировать величину амплитуды колебаний лепестка пластины-якоря, тем самым изменять уровень вибрации СВМ.

На Рис. 4.3 приведены графики, характеризующие параметры вибрации при напряжении 10 В. Как видно из Рис. 4.3 при уменьшении напряжения до 10 В соответственно и уменьшается амплитуда колебаний до 0,158 мм.

На Рис. 4.4 приведены графики, характеризующие параметры вибрации при напряжении 14 В. Как видно из Рис. 4.4 при увеличении напряжения до 14 В соответственно и увеличивается амплитуда колебаний до 0,32 мм.

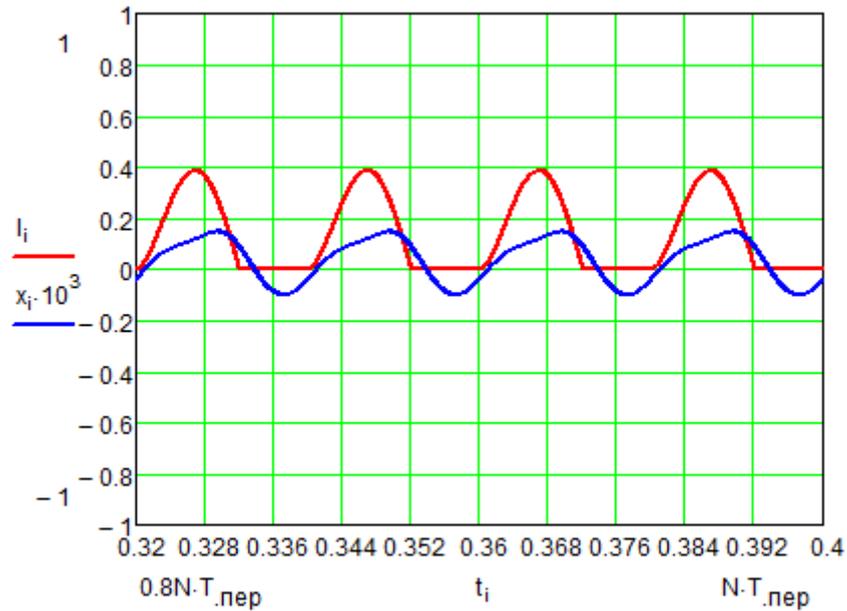


Рис. 4.3. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $U = 10$ В, $f = 50$ Гц, $\delta_0 = 2$ мм

Таким образом, плавно изменяя величину напряжения, подаваемого на обмотку СВМ, можно плавно регулировать уровень вибрационного воздействия на тело животного.

На Рис. 4.5, 4.6 приведены графики, характеризующие параметры вибрации при частоте переменного напряжения $f = 40$ Гц и $f = 60$ Гц соответственно. Из данных графиков видно, что при регулировании частоты напряжения, подаваемого на обмотку СВМ, изменяется и частота вибрационного воздействия.

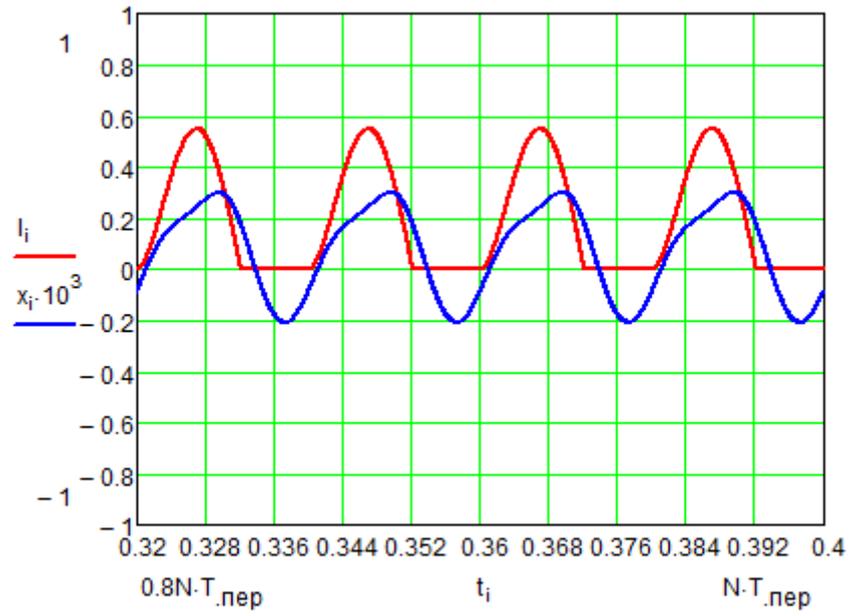


Рис. 4.4. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $U = 14$ В, $f = 50$ Гц

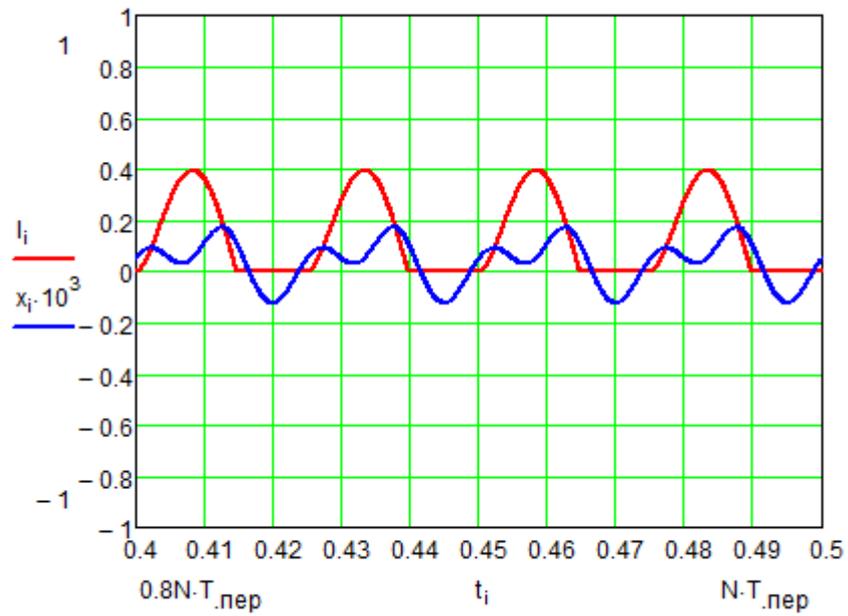


Рис. 4.5. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $f = 40$ Гц

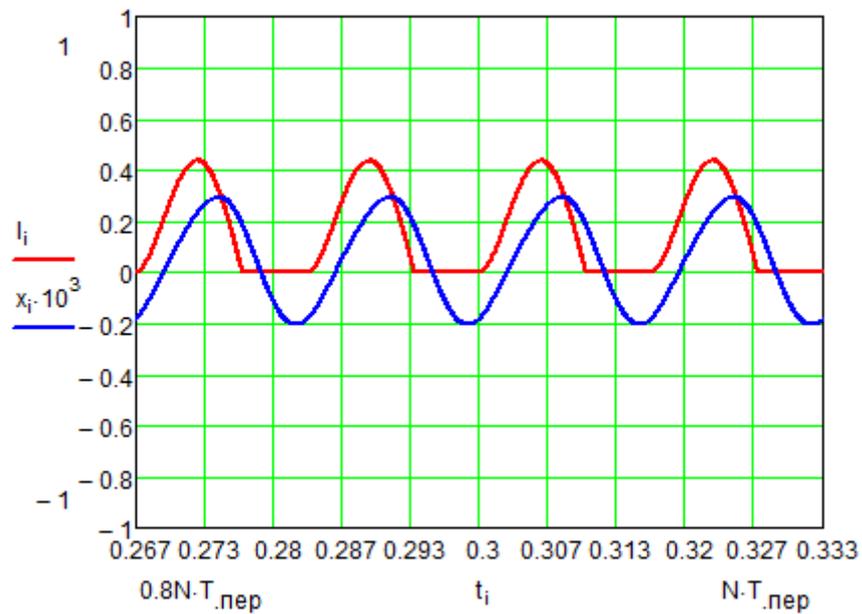


Рис. 4.6. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $f = 60$ Гц

На Рис. 4.7 приведены графики, характеризующие параметры вибрации при увеличении начального воздушного зазора до величины 2,5 мм. Из представленных графиков видно, что при увеличении начального воздушного зазора уменьшается амплитуда колебаний лепестка при некотором увеличении тока в обмотке излучателя СВМ. Изменением величины начального воздушного зазора имеется возможность регулировать параметры вибрационного воздействия на тело животного.

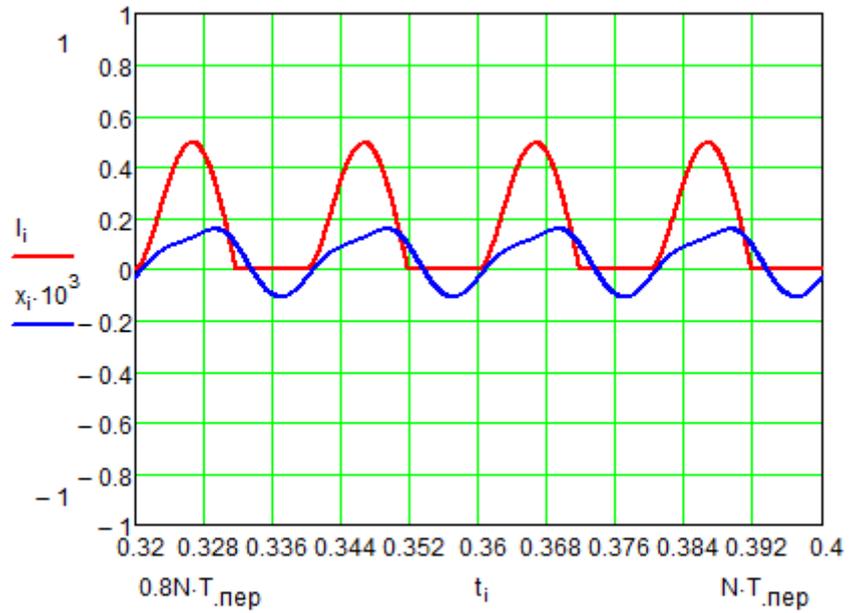


Рис. 4.7. Изменения тока и амплитуд колебаний пластины-якоря
 $W = 1600$, $U = 12$ В, $f = 50$ Гц, $\delta 0 = 2,5$ мм

Следовательно, при использовании источника переменного напряжения с регулируемой величиной и частотой имеется возможность в широких пределах регулировать вибрационное воздействие на тело животного.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСО-ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработки проекта по сборе вибромассажера для крупного рогатого скота.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- провести SWOT-анализ для выявления сильных и слабых сторон проекта;
- произвести планирование научно-исследовательских работ;
- определить бюджет научного проекта;
- определить ресурсоэффективность проекта.

На данный момент этот раздел считается один из значимых в современном проектировании каких либо отраслях, т.к. оборудование рассматривается не только исходя из их рабочих характеристик, но и по экономической оценки, выбирается наиболее выгодный вариант.

5.1. Анализ конкурентоспособности

Целесообразно проводить анализ конкурентных технических решений с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 5.1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок. Оценка будет происходить по 5-ти бальной шкале, где 5 – наиболее сильная, а 1 – наиболее слабая позиция. Вес показателей в сумме должны составлять 1.

Так как в работе рассматривается вибромассажер для крупного рогатого скота, то целесообразно сравнить ее продукцию с конкурентами. Для сравнения возьмем два наиболее продвинутых на отечественном рынке конкурента: в первых, аппарат “Витафон”, который

предназначен для увеличения капиллярного кровотока и лимфотока; во втором аппарате “Санатор”, сделано исследование этого аппарата в институте ветеринарной медицины Омского аграрного университета.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		СВМ (сельскохозяйственный вибротомасажера)	Аппарат “Витафон”	Аппарат “Санатор”	СВМ	Аппарат “Витафон”	Аппарат “Санатор”
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии эффективности							
1. Энергоэкономичность	0,01	5,00	5,00	5,00	0,05	0,05	0,05
2. Надежность	0,10	5,00	3,00	4,00	0,50	0,30	0,40
3. Предоставляемые функции защиты и автоматизации	0,10	5,00	3,00	4,00	0,50	0,30	0,40
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	5,00	3,00	3,00	0,40	0,24	0,24
5. Удобство в эксплуатации	0,05	5,00	3,00	4,00	0,25	0,15	0,20
6. Безопасность	0,05	5,00	2,00	3,00	0,25	0,10	0,15
7. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5,00	4,00	5,00	0,25	0,20	0,25
8. Возможность создания системы по типу SCADA	0,05	5,00	4,00	5,00	0,25	0,20	0,25
9. Простота эксплуатации	0,03	5,00	3,00	4,00	0,15	0,09	0,12
10. Помехоустойчивость	0,07	5,00	4,00	5,00	0,35	0,28	0,35
11. Уровень шума	0,01	5,00	5,00	5,00	0,05	0,05	0,05
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	5,00	3,00	4,00	0,50	0,30	0,40
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5,00	4,00	4,00	0,25	0,20	0,20
3. Финансирование научной разработки	0,01	5,00	4,00	5,00	0,50	0,40	0,50
4. Цена	0,10	4,00	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40
5. Срок выхода на рынок	0,01	4,00	3,00	4,00	0,04	0,03	0,04
6. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5,00	4,00	5,00	0,20	0,20	0,25
7. Послепродажное обслуживание	0,01	4,00	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40

8. Наличие сертификации разработки	0,07	5,00	5,00	5,00	0,35	0,35	0,35
Итого	1,00	92,00	70,00	82,00	5,64	4,19	5,2

По результатам расчетов анализа конкурентоспособности технического решения по оценочной карте, можно сделать вывод о том, что вибромассажер, который исследуется в проекте, имеет более высокий показатель конкурентоспособности по сравнению с представленными аналогами. Этого удалось достичь в первую очередь за счет надежности, функциональности, качества и безопасности персонала при работе с оборудованием. Также это обусловлено тем, что данная разработка является современной, что свидетельствует о перспективном развитии электроэнергетики. К недостаткам относятся сложность эксплуатации и высокая стоимость.

5.2. SWOT- анализ проекта

SWOT- анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к проектируемой АСР уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства. С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа оборудования Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования в сфере сельскохозяйственной В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления вибромассажира В3. Снижение таможенных позиции на оборудование используемых в лабораторной установке ТПУ В4. Появление более простых универсальных электрических систем СВМ (сбора вибромассажира) в сельском хозяйстве	В1С1С2С3С4; В2С1С5; В3С5; В4С1С4С5;	В2Сл1Сл2; В3Сл2; В4Сл1Сл2Сл3;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции	У1С3; У2С5;	У1Сл1Сл2; У2Сл2;

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

“+” – сильное соответствие;

“-” – слабое соответствие;

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 5.3 и 5.4 показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 5.3. Интерактивные матрицы возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	V1	+	+	+	+	-
	V2	+	-	-	-	+
	V3	-	-	-	-	+
	V4	+	-	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	V1	-	-	-		
	V2	+	+	-		
	V3	-	+	-		
	V4	+	+	+		

Таблица 5.4. Интерактивные матрицы угрозы

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	-	-	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	У1	+	+	-		
	У2	-	+	-		

В результате анализа было установлено, что разрабатываемая установка имеет следующие минусы и угрозы: сложность эксплуатации и отсутствие спроса на данную установку. Данные проблемы решаются путем подбора квалифицированного персонала, который сможет обучить пользователей установки правильно пользоваться ей, и также представить данное изобретение обществу как экономически и энерго-эффективным, полезным и инновационным.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- становление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники, преподаватели, студенты, лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5. Распределение исполнителей по данным видам работ

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения лабораторной установки	3	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	4	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	5	Проведение графических построений и обоснований (генплан завода и генплан цеха, разработка электрической схемы.)	Инженер, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по техническому проектированию	7	Составление пояснительной записки	Инженер
	8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель

5.3.2. Определение трудоемкости выполнения технического проекта

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5} \quad (5.2)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человек-дней.;

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человек-дней.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человек-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (5.4)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ - коэффициент календарности.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6. Рассчитанные сведения

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни								
	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	
Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1	-	1,4	-	1,7		
Подбор и изучение материалов по теме		3	-	6		4,2	1	1	-	4,2		5,12	
Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	2	15	4	25	2,8	19	1	1	2,8	19	3,41	23,18	
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	2	20	4	25	2,8	19	1	1	2,8	19	3,41	28,18	
Проведение графических построений и обоснований	1	15	2	14	1,4	10,8	1	1	1,4	10,8	1,7	18,17	
Оценка эффективности полученных результатов	2	5	4	7	2,8	5,8	1	1	2,8	5,8	3,4	7,07	
Составление пояснительной записки	-	6		10		7,6		1		7,6		9,27	
Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	3		5		3,8		1		3,8		4,6		
Итого												107,21	

Итого длительность работ – 110 календарных дней.

На основе таблицы 5 строится календарный план - график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. Календарный план-график проведения НИОКР приведен в таблице 5.7.

Таблица 5.7. Календарный план-график проведения НИОКР

№ Работ	Вид работ	Исполнитель	T_{ki} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ														
				Фев.		Март			Апр.			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление ТЗ	Руководитель	2															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	5															
3	Проектирование системы внутризаводского ЭС	Инженер, руководитель	23															
4	Проектирование системы внутрицехового ЭС	Инженер, руководитель	28															
5	Проведение графических построений и обоснований	Инженер, руководитель	19															
6	Оценка эффективности и полученных результатов	Инженер, руководитель	7															
7	Составление пояснительной записки	Инженер	9															
8	Проверка ВКР	Руководитель	5															

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 12 декад, начиная со второй декады 78 февраля, заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Далее, по диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Занятость исполнителей сводится в таблицу 5.8.

Таблица 5.8. Занятость исполнителей

Показателей рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней работы	25	85
Количество нерабочих дней за период выполнения проекта	6	24
Продолжительность выполнения проекта, в рабочих днях	19	61

Календарная продолжительность выполнения технического проекта составит 110 дней. Из них:

85 день – рабочая занятость инженера;

25 дней – рабочая занятость руководителя;

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 80 дней. Из них:

61 дней – продолжительность выполнения работ инженером;

19 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

5.4. Расчет бюджета для научно-технического исследования

5.4.1. Расчет материальных затрат НИИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

-покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

-покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

-сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас.xi}, \quad (5.5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас.хi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9. Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество		Цена за ед.,руб		Затраты на материалы, (Зм),руб.	
		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Компьютер	Шт	1	1	31000	27000	31000	27000
Принтер	Шт	1	1	5000	3000	5000	3000
Mathcad	Шт	1	1	2500	2500	2500	2500
Бумага "SvetoCopy"	Шт	1	1	250	250	250	250
Спец. ПО	ШТ	4	3	1500	700	6000	2100
Канцелярские принадлежности	-	-	-	-	-	1000	1000
Итого	81600					45750	35850

5.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Полная заработная плата сотрудника ТПУ:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.6)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата (12-15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{полн}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5.7)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

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 (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Среднедневная заработная плата для сотрудника ТПУ рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}} \quad (5.8)$$

где, $F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе), раб. дн.

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

$Z_{допл}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{р.к.}$ – районная доплата, руб.;

Основная заработная плата $Z_{осн}$ руководителя от предприятия рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (5.9)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата работника, руб.;

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых техническим работником, раб.дн.

Расчет основной заработной платы приведен ниже.

$$Z_{рук} = 24 \text{ ч} \cdot 300 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} = 7200 \text{ руб}$$

$$Z_{инж.осн} = 61 \text{ д} \cdot 561,5 \frac{\text{руб}}{\text{д}} = 36497,5 \text{ руб}$$

$$Z_{общ.осн} = 7200 + 36497,5 = 43697,5 \text{ руб}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12 – 15% от основной, расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10. Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{полн}$, руб.
Руководитель	-	7200	-	7200
Инженер	0,12	36497,5	4379,7	40877,2
Итого $Z_{осн}$, руб.		43697,5	4379,7	40877,2

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 (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

5.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.10)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб} = 0,271 \cdot 48077,2 = 13028,9 \text{ руб.}$$

5.4.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр}, \quad (5.11)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.4.5. Формирование сметы технического проекта

Расчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

К материальным затратам относятся: бумага, спец. ПО, канцелярские принадлежности. Компьютер, принтер и Mathcad после разработки установки можно продать. Срок эксплуатации составляет 7 лет, срок пользования составляет 4 месяца. Амортизация составляет:

$$A = \frac{(31000 + 27000 + 5000 + 3000 + 2500 + 2500) \cdot 4}{12 \cdot 7} = 3380,9 \text{ руб.}$$

Определение бюджета затрат на научно технический проект приведен в таблице 5.11.

Таблица 5.11. Затраты на научно технический проект

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.
1. Материальные затраты	10600
2. Амортизация	3380,9
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43697,5
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4379,7
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13028,9
6. Накладные расходы	25455,3
7. Бюджет затрат на технический проект	100542,3

Исходя из представленной выше таблицы, можно сделать вывод, что общие затраты на реализацию технического проекта составят примерно 101 тысячи рублей, из которых большую часть составят затраты по основной з/п. При необходимости снизить общие затраты на реализацию проекта, рекомендуется использовать в качестве выборки оборудования какое-либо другое исполнение.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данный раздел посвящен вопросам обеспечения необходимых условий труда (санитарно-гигиенические условия, защита от негативных производственных факторов, обеспечение пожарной безопасности) в соответствии с действующими нормативными документами, а также вопросам экологической безопасности и обеспечения безопасности в ЧС.

В настоящей выпускной квалификационной работе ведется исследование электропривода сельскохозяйственного вибромассажера.

Рассмотрение данных вопросов отвечает требованиям международного стандарта ICSSR-26000:2011 к деятельности организаций в области социальной ответственности по тем разделам его модулей, по которым должны быть приняты указанные проектные решения.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные правовые нормы трудового законодательства

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

В условиях производства подготовки молока и молочного продукта есть возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. В рабочее время не используется непрерывно вибромассажер для одной коровы. Поэтому через день и несколько дней будет повторяться вибрация.

Ведение работы в организации должно быть предусмотрено коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка (ст. 100 ТК РФ). Любой из упомянутых документов при этом должен содержать указания на принятую в организации продолжительность рабочей недели (без выходных, пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением 73

выходных дней по скользящему графику), продолжительность ежедневной работы (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, число смен в сутки (две, три, четыре), чередование рабочих и нерабочих дней.

На объекте применяется двух бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают одна бригада, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 24 часов.

Действующее трудовое законодательство закрепляет следующие принципы организации оплаты труда:

- за равноценный труд производится равная оплата;
- оплата труда зависит от трудового вклада работника и максимальным размером не ограничена;
- минимальный размер оплаты труда устанавливается государством и гарантируется как минимальная заработная плата за труд неквалифицированного работника, полностью отработавшего норму рабочего времени при выполнении простых работ в нормальных условиях труда;
- труд оплачивается дифференцированно в зависимости от его сложности, тяжести, вредности условий труда и т.п.;
- оплата труда конкретного работника должна быть установлена в трудовом договоре;
- формы, система и тарифы оплаты труда устанавливаются коллективными договорами и соглашениями. Кроме того, в ст. 130 ТК определена система основных государственных гарантий по оплате труда работников:
- величина минимального размера оплаты труда;

- меры, обеспечивающие повышение уровня реального содержания заработной платы;
- ограничение перечня оснований и размеров удержаний из заработной платы по распоряжению работодателя, а также размеров налогообложения доходов от заработной платы;
- ограничение оплаты труда в натуральной форме;
- обеспечение получения работником заработной платы в случае прекращения деятельности работодателя и его неплатежеспособности в соответствии с федеральными законами;
- государственный надзор и контроль за полной и своевременной выплатой заработной платы и реализацией государственных гарантий по оплате труда;
- сроки и очередность выплаты заработной платы. Исходя из тарифов, ставок, разрядов, устанавливается заработная плата.

6.2. Производственная безопасность

6.2.1. Анализ вредных и опасных факторов

Возможные вредные и опасные факторы при выполнении работы приведены в таблице 6.2.1.

Таблица 6.2.1. Возможные вредные и опасные факторы.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Сельскохозяйственный вибромассажер (СВМ)	1.Отклонение показателей микроклимата; 2.Превышение уровней шума; 3.Превышение уровня вибрации 4.Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1.Опасность поражения электрическим током;	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 СанПиН 2.2.4/2.1.8.566 – 96 СНиП II-4-79 СанПиН 2.2.4-548-96

6.2.1.1 Повышенный уровень шума

Шум — один из наиболее распространенных неблагоприятных факторов производственной среды, который ухудшает условия труда, оказывая на организм вредное воздействие. Из-за шума у работающих возникает более быстрое утомление, которое приводит к снижению производительности на 10...15%, увеличению числа ошибок при выполнении операций трудового процесса и, следовательно, к повышенной опасности возникновения травм. При длительном воздействии шума снижается чувствительность слухового аппарата, возникают патологические изменения в нервной и сердечно-сосудистой системах, что в конечном счете приводит к понижению работоспособности.

Работающее технологическое оборудование (моторы, двигатели, вентиляторы и т.) является источником повышенного шума и вибрации.

Для защиты от шума по СанПиН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 и вибрации по СанПиН 2.2.4/2.1.8.566 – 96 предусматриваются:

- снижение (ослабление) шума в самих источниках - в электрических машинах, станках, механизмах и других устройствах;
- обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты;
- установка звукоизолирующих кабин;
- звукоизолирующие кожухи и экраны;

Для профилактики воздействия шумов необходимо проводить постоянные медосмотры и освидетельствования

Предельно допустимые уровни шума представлены в таблице 6.2.1.1.

Таблица 6.2.1.1. Допустимые уровни шума

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									По шкале, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Цех	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Щит управления	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

6.2.1.2 Повышенный уровень вибрации

Производственная вибрация, характеризующаяся значительной амплитудой и продолжительностью действия, вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом. При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение.

Большую опасность для организма представляют вибрации частотой 6-9 Гц, так как они наиболее близки к собственным частотам внутренних органов человека. При совпадении частоты вибрации и внутреннего органа произойдет резонанс, в результате чего начнётся процесс разрушения.

Технические нормы вибрации представлены в таблице 6.2.1.2.

Таблица 6.2.1.2. Нормы вибрации

Вид вибрации	Среднеквадратичная частота, Гц									
	Логарифмический уровень виброскорости, дБ									
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500
Цех	-	103	100	101	106	112	118	-	-	-

Неблагоприятное действие может быть уменьшено путем сокращения времени нахождения в условиях воздействия шума, рационального режима труда и отдыха с использованием комнат акустической разгрузки.

Для виброзащиты применяются средства индивидуальной защиты для рук, ног и тела оператора. В качестве средства защиты для рук применяются рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки по ГОСТ 12.4.002-97 "Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний".

Виброзащитная обувь изготавливается в виде сапог, полусапог, в конструкции низа которых используется упругодемпфирующий материал

(ГОСТ 12.4.024-76 "Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования").

6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное и выполненное освещение на предприятии, обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности.

Естественное освещение является наилучшим видом освещения на рабочем месте. Отсутствие или недостаток естественного освещения вызывает ухудшение самочувствия, приводит к потере сна и ослаблению здоровья. Дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня, а также зависит от погодных условий. Поэтому цех обеспечивают естественным и искусственным освещением.

Естественное освещение должно удовлетворять СНиП II-4-79. Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год (для помещений с незначительным выделением пыли, дыма и копоти)Так же необходимо проводить контрольные измерения коэффициента естественной освещенности, который показывает, какая часть наружного освещения попадает на рабочие места производственного помещения, и использовать светлые отделочные материалы в помещениях. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В качестве источников искусственного освещения применяются люминесцентные лампы. В производственных общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются

светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

На рабочих местах, где трудовая деятельность ведется в условиях отсутствия естественного освещения, необходимо проводить мероприятия, направленные на уменьшение уровня вредности условий труда. В их число входят следующие:

- сокращение продолжительности пребывания работников в помещении без естественного освещения;
- профилактическое ультрафиолетовое облучение работников.

В зависимости от напряжения зрительного аппарата при выполнении работы освещенность на предприятиях делят на восемь разрядов - от наивысшей точности до общего наблюдения за ходом производственного процесса.

В таблице 6.2.1.3 приведены нормируемые значения КЕО.

Таблица 6.2.1.3. Нормируемые значения КЕО

Характеристика выполняемой зрительной работы	Наименьший размер объекта различия, мм	Раздел зрительной работы	Значение КЕО при естественном освещении, %	
			верхном и комбинированием	боковом
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	10	3,5
Очень высокой точности	0,15 ... 0,30	II	7	2,5
Высокой точности	0,3 ... 0,5	III	5	2,0
Средней точности	от 0,5 до 1,0	IV	4	1,5
Малой точности	от 1 до 5	V	3	1,0
«Грубая работа»	Более 5	VI	2	0,5
Работа с самосветящимися материалами и изделиями в горячих цехах		VII		
Общие наблюдения за ходом		VIII		

производственного процесса:				
постоянное наблюдение	-	VIIIa	1	0,3
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении		VIIIб	0,7	0,2
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIIIв	0,5	0,1

6.2.1.4 Отклонение параметров микроклимата

Основными факторами, характеризующими микроклимат цеха подготовки и транспортировки нефти, являются: повышенная температура, подвижность и влажность воздуха.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, а низкая влажность вызывает неприятные ощущения в виде сухости слизистых оболочек дыхательных путей работающего.

В соответствии с Сан ПиН 2.2.4.548 – 96 при нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года, физическую тяжесть выполняемых работ, а также количество избыточного тепла в помещении. Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 6.2.1.4.

Таблица 6.2.1.4. Оптимальные нормы микроклимата

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, М/с
Холодный	Средней тяжести	17 – 19	40 – 60	0,3
Теплый	Средней тяжести	20 – 22	40 – 60	0,2 – 0,5

Для обеспечения нормального микроклимата предусматривается, в соответствии с Сан ПиН 2.2.4.548 – 96, следующее:

- вентиляция приточно-вытяжная по СНиП 2.04.05 – 91* (28.11.91) установка центробежных вентиляторов. Кратность воздухообмена 1;
- установка систем воздушного отопления, совмещённых с вентиляцией.

6.2.1.5. Опасность поражения электрическим током

Электропоражение персонала, работающего с электроустановками, является опасным для жизни человека. Основными причинами воздействия тока на человека являются:

- Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;
- Появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;
- Шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю;
- Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- Освобождение другого человека, находящегося под напряжением;
- Воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.

При разработке коллективных и индивидуальных средств защиты от электропоражения необходимо, согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), рассмотреть следующие вопросы:

- а) обоснование категории помещения по степени опасности поражения электрическим током;
- б) требования к электрооборудованию;
- в) анализ соответствия реального положения на производстве перечисленным требованиям;
- г) мероприятия по устранению обнаруженных несоответствий;

д) обоснование мероприятий и средств защиты, работающих от поражения электрическим током.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов, воздействию которых человек может подвергаться в процессе работы с электрооборудованием, составляют для установок в нормативном режиме: для постоянного тока – не более 0,8 В и 1мА соответственно, для переменного тока (частота 50 Гц) - не более 2,0 В и 0,3 мА соответственно.

Рассматриваемый цех не имеет характеристик, свойственных особо опасным помещениям в части поражения электрическим током. Необходимо применение основных коллективных способов и средств электробезопасности: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защитное заземление и защитное отключение.

6.3. Экологическая безопасность

При обращении с твердыми отходами: бытовой мусор (отходы бумаги, отработанные специальные ткани для протирки офисного оборудования и экранов мониторов, пищевые отходы); отработанные люминесцентные лампы; офисная техника, комплектующие и запчасти, утратившие в результате износа потребительские свойства – надлежит руководствоваться Постановлением Администрации г. Томска от 11.11.2009 г. №1110 (с изменениями от 24.12.2014): бытовой мусор после предварительной сортировки складировать в специальные контейнеры для бытового мусора (затем специализированные службы вывозят мусор на городскую свалку); утратившее потребительские свойства офисное оборудование передают специальным службам (предприятиям) для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах. Отработанные люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09.2010 №681 [35].

Люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности. Ртуть люминесцентных ламп способна к активной воздушной и водной миграции. Интоксикация возможна только в случае разгерметизации колбы, поэтому основным требованием экологической безопасности является сохранность целостности отработанных ртутьсодержащих ламп. Отработанные газоразрядные лампы помещают в защитную упаковку, предотвращающую повреждение стеклянной колбы, и передают специализированной организации для обезвреживания и переработки. В случае боя ртутьсодержащих ламп осколки собирают щеткой или скребком в герметичный металлический контейнер с плотно закрывающейся крышкой, заполненный раствором марганцевокислого калия. Поверхности, загрязненные боем лампы, необходимо обработать раствором марганцевокислого калия и смыть водой. Контейнер и его внутренняя поверхность должны быть изготовлены из не адсорбирующего ртуть материала (винипласта).

В сфере защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов относится и экономия ресурсов, в частности, энергетических. Реальным вкладом здесь может стать экономия электрической и тепловой энергии на территории предприятия. Во-первых, это улучшает экономические показатели деятельности предприятия (уменьшение расходов на электротепловую энергию). Во-вторых, экономия энергии означает уменьшение газа, мазута, угля, сжигаемого в топках котлов ТЭС и электроустановок промпредприятий города Томска и области и одновременное уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Несмотря на кажущуюся малость такого вклада в энергосбережение и в защиту атмосферного воздуха от загрязнения массовое движение в этом направлении, в том числе, в быту, принесет значимый эффект.

6.4. Безопасность в ЧС

На основе анализа статистических данных об авариях на площадках работы прогнозируются следующие чрезвычайные ситуации:

- отключение электроэнергии;
- пожар в технологических установках и помещениях.

Выбранный современный комплекс технических средств обеспечивает надежность срабатывания защит, а также безопасность производства .

Система контроля технологических параметров позволяет уменьшить вероятность возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, ведущих к тяжелым экологическим последствиям и возможным человеческим жертвам. Это достигается следующими функциями системы:

- контроль значений основных технологических параметров;
- оперативное предупреждение дежурного технолога об отклонениях от заданных уставок или изменениях технологических параметров;
- контроль состояния и исправность технологического оборудования;
- контроль загазованности и пожароопасности помещения.

6.4.1. Загорание (пожар)

Пожары – неконтролируемый процесс горения, которые чреваты большими материальными издержками, а часто и человеческими жертвами.

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования.

Согласно [17], [19], [23], к некоторым мерам предотвращения пожара относятся: применение средств защитного отключения возможных источников загорания (защитного зануления), применение искробезопасного оборудования, устройства молниезащиты здания, выполнения правил (инструкций) по пожарной безопасности.

К мерам противопожарной защиты относятся: применение пожарных извещателей, средств коллективной и индивидуальной защиты от факторов

пожара, системы автоматической пожарной сигнализации, порошковых или углекислотных огнетушителей, два ящика с песком 0,5 м³.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности, разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей, организация внештатной пожарной дружины.

При обнаружении загорания работающий немедленно сообщает по телефону 01 в пожарную охрану, сообщает руководителю, приступают к эвакуации людей и материальных ценностей. Тушение пожара организуется первичными средствами с момента обнаружения пожара. Пострадавшим при пожаре обеспечивается скорая медицинская помощь.

6.4.2 Электропоражение как источник ЧС

Современная система электробезопасности обеспечивает защиту от поражения в двух наиболее вероятных и опасных случаях:

- при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования;
- при косвенном прикосновении.

Под косвенным прикосновением понимается прикосновение человека к открытым проводящим частям оборудования, на которых в нормальном режиме (исправном состоянии) электроустановки отсутствует электрический потенциал, но при каких-либо неисправностях, вызвавших нарушение изоляции или ее пробой на корпус, на этих частях возможно появление опасного для жизни человека потенциала.

Для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям, согласно [17] п.412. служат изоляция токоведущих частей, применение ограждений и оболочек, установка барьеров, размещение вне зоны досягаемости, устройства защитного отключения (УЗО).

Для защиты от косвенного прикосновения применяются: УЗО и защитное заземление и зануление [14] п.413.

Даже если при электропоражении работающий внешне сохранил формат нормального самочувствия, он должен быть осмотрен врачом с заключением о состоянии здоровья, т.е. пострадавшему должна быть обеспечена скорая медицинская помощь. Предварительно пострадавший должен быть освобожден от действия электрического тока. Если при этом отключить напряжение быстро невозможно, освобождение от электричества пострадавшего необходимо производить, изолировав себя диэлектрическими перчатками или галошами. При необходимости перерезать провода (каждый в отдельности) инструментом с изолированными ручками. Если есть необходимость (при потере сознания, остановке сердца и т.п.) оказания первой помощи, то до прибытия медработника необходимо начать делать: наружный массаж сердца, искусственное дыхание.

Для предотвращения от поражения электрическим током при прикосновении к корпусам электроустановок, находящихся под напряжением при пробое изоляции или в других случаях, необходимо рассчитать и установить защитное заземление.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

1. В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» был выполнен анализ конкурентоспособности. В ходе проведения данного анализа было выявлено, что вибромассажер, исследуемый под проектом, имеет преимущество над аналогами, в связи с чем проектирование вибромассажера данного типа является эффективным.

2. Проведён SWOT-анализ проекта, в ходе которого были выявлены потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Из анализа выяснили, что потенциальных сильных сторон у проекта больше, чем слабостей, что свидетельствует об перспективности разработок проекта.

3. Также установлено, что в календарных днях длительность работ для руководителя составляет 25 дней, а для инженера – 85 дней. На основе временных показателей по каждой из произведенных работ был построен календарный план-график, по которому можно увидеть, что самая продолжительная по времени работа – это расчет уставок защит.

После формирования бюджета затрат на проектирование суммарные капиталовложения составили 100542,3 рублей.

Также были определены показатели ресурсоэффективности значения которых свидетельствуют о достаточно высокой эффективности реализации технического проекта.

4. Таким образом, капиталовложения в размере 100542,3 рублей позволят реализовать разработанный проект по расчёту.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

В ходе выполнения ВКР были рассмотрены вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Были проработаны проектные решения, исключая несчастные случаи на производстве, вопросы по снижению влияния опасных и вредных факторов на работников, а также вопросы, связанные со снижением количества вредных воздействий на окружающую среду.

Вопросы, связанные с социальной ответственностью, очень важны и применяются на практике. Все специалисты должны знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана конструкция излучателя СВМ, позволяющая использовать его в условиях содержания сельскохозяйственных животных и обеспечивающая условия безопасности применения с соблюдением санитарно-гигиенических требований.

2. На этапе конструирования определены основные технические характеристики устройства СВМ: число витков обмотки $W=1600$, основное напряжение питания $U = 10$ В, основная частота напряжения $f = 50$ Гц.

3. Применение источника переменного напряжения с регулируемой величиной и частотой позволяет в широких пределах регулировать вибрационное воздействие на тело животного.

4. Полученные данные на этапе конструирования подлежат уточнению при эксплуатации устройства с целью определения реальных параметров для достижения положительного эффекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. О.Д. Волчек, Л.А. Алексина. Использование вибрации и виброакустики в медицине. г.2011.
2. Технологические приемы повышения продуктивных и воспроизводительных качеств скота. Специальность 06.02.04.
3. Разработка новых методов повышения воспроизводительных качеств маточного поголовья крупного рогатого скота. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. г. 2010.
4. Вибрационный массаж в профилактике и терапии маститов у коров, вызываемых условно-патогенной микрофлорой. Автореферат. г.1998.
5. Расчет и конструктивные электромагнитных преобразователей для активации жидких систем: учебно-методическое пособие/ Данакер В.А.; Томский политехнический университет, 2018. – 102 с.
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет, 2014. – 36 с.
7. Методические указания по разработке раздела “Социальная ответственность” выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
8. ГОСТ 12.0.003-2015 (СТ СЭВ 790-77). «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
9. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» 22.
- 10.ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности»
- 11.Правила устройства электроустановок, ПУЭ, утвержденные Министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава 1.7.

- 12.ГОСТ 12.1.004-91, ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»
- 13.СП 9.13130.2009 « Техника Пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации»
14. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6е изд., переработанное и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 824 с.
- 15.СНиП П-12-77. «Защита от шума »
- 16.СНиП 2.04. 05-91. «Отопление, вентиляция и кондиционирование »
- 17.ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
- 18.ГОСТ 12.0.004–2004 ССБТ. «Организация обучения работающих безопасности труда »
- 19.ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Защитное заземление, зануление »
- 20.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»
- 21.ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования»
- 22.Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12. 2014) «Об организации сбора, вывоза, утилизации, и переработки бытовых и промышленных отходов»
- 23.Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств»
- 24.ГОСТ Р 50571.3-94 «Электроустановки зданий. Часть 4. Защита от поражения электрическим током».