МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет машиностроения и транспорта	Кафедра Компьютерное проектирование технологического оборудования
Направление подготовки	15.04.05 Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств
Магистерская программа	Металлообрабатывающие станки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему

Электромеханическое запирающее устройство

ПГУ 15.04.05.09.00.00 ПЗ
(обозначение ВКР)

Студент гр. 18ММм2	(подпись, дата)	Пронин П.А. (фамилия, инициалы)
Научный руководитель	(подпись, дата)	Большаков Г.С. (фамилия, инициалы)
Нормоконтролер	(подпись, дата)	Истомина Ю.В. (фамилия, инициалы)
Рецензент к.т.н., начальник конструкторского бюро АО «ПО «Электроприбор» (г. Пенза)	(подпись, дата)	Белашов М.В. (фамилия, инициалы)
(должность, место работы)		

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 11.06.2020г. №10)

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Липов А.В. (фамилия, инициалы)

Работа защищена с оценкой отлично

(протокол заседания ГЭК от 25.06.20 № 11)

Секретарь ГЭК _____ (подпись) Истомина Ю.В. (фамилия, инициалы)

Пенза 2020

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой КПТО А.В. Липов

«15» 06 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на магистерскую диссертацию

1. Студент гр. 18ММм2 Факультета машиностроения и транспорта направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Пронин Павел Алексеевич

2. Научный руководитель магистерской диссертации

доцент кафедры КПТО Большаков Г.С.

3. Время проектирования с 10 июня 2020 г. по 08 июля 2020 г.

4. Место преддипломной практики ФГБОУ ВО «ПГУ»

5. Тема магистерской диссертации

Электромеханическое запирающее устройство

Тема утверждена приказом ПГУ №_1105/о_от 28.11 2018 г.

6. Техническое задание (цель проектирования, объект проектирования, его технические характеристики и т.п.)

Разработать электромеханическое запирающее устройство с улучшенными массогабаритными характеристиками и уменьшенной себестоимостью механической обработки по сравнению с базовой конструкцией ЭМЗУ «Базальт» при обеспечении других характеристик не ниже базовой конструкции.

7. Объем и содержание основной части работы

7.1. Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчеты, обоснования, описания)

1 Актуальность использования электромеханических замковых устройств
2 Анализ базовой конструкции электромеханического замкового устройства «Базальт»
3 Совершенствование и разработка конструкции предлагаемого замкового устройства
4 Разработка технологического процесса изготовления детали спроектированного замкового устройства

7.2. Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)
Цель и задачи
Актуальность использования электромеханических замковых устройств
Базовая конструкция электромеханического замкового устройства «Базальт»
Анализ базовой конструкции электромеханического замкового устройства «Базальт»
Предлагаемая компоновка электромеханического замкового устройства
Предлагаемое электромеханическое замковое устройство
Силовой расчет предлагаемого электромеханического замкового устройства
Технологический процесс изготовления детали спроектированного замкового устройства
Выводы
8. Особые требовании по выполнению разделов:

9. Календарный график выполнения магистерской диссертации

Наименование этапов работы	Объем работы,%	Срок выполнения	Подпись руководителя
Актуальность использования ЭМЗУ	10	10.06.20	
Анализ базовой конструкции ЭМЗУ	15	12.06.20	
Разработка конструкции ЭМЗУ	15	13.06.20	
Расчет приводного электромагнита	10	15.06.20	
Силовой расчет предлагаемого ЭМЗУ	10	17.06.20	
Разработка технологического процесса изготовления детали	10	20.06.20	
Оформление пояснительной записки	15	22.06.20	
Оформление презентации	15	25.06.20	

Дата выдачи задания «10» 06 2020 г. Задание к исполнению принял

Руководитель работы

«10» 06 2020г.

Магистерскую диссертацию к защите допустить

ОПОП освоена в полном объеме.
К государственной итоговой аттестации допустить

Декан Факультета машиностроения и транспорта С.Ю. Киреев

«____»_____2020 г.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 71 лист, 18 рисунков, 34 таблицы, 28 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: ЗАПИРАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ЗАМОК, КОНСТРУКЦИЯ ЗАПИРАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА, СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ УКРЕПЛЕННОСТИ, СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Объектом исследования является электромеханическое запирающее устройство.

Цель работы – исследование и анализ конструкции электромеханического запирающего устройства.

В процессе выполнения работы был произведен анализ существующих запирающих устройств, выявлены проблемы и недостатки.

В результате проведённой работы предложена измененная конструкция электромеханического запирающего устройства.

Степень внедрения – электромеханическое запирающее устройство может эксплуатироваться практически на любых подвижных периметровых средствах заграждения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..……..…….7
1. АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ЗАМКОВЫХ УСТРОЙСТВ……...……...…….....9
1.1 Основные классификации запирающих устройств, используемых в СКУД…….……..9
1.2 Современные проблемы развития отечественного рынка электромеханических запирающих устройств……..……..12
1.3 Необходимость установки электромеханических устройств в воротные системы……..…..…13
1.4 Действия нарушителя по взлому запирающих устройств ……..…...16
1.5 Особенности электромеханических запирающих устройств……..……..…20
Выводы……...……21
2. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ЗАМКОВОГО УСТРОЙСТВА……22
2.1 Назначение изделия……...22
2.2 Технические характеристики исследуемого замкового устройства……..……23
2.3 Состав исследуемого изделия……23
2.4 Описание работы устройства…….26
2.5 Анализ конструктивных особенностей изделия…….…….....27
Вывод ……..……...28
3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКТИВА ЗАМКОВОГО УСТРОЙСТВА….…….29
3.1 Особенности запирающего узла устройства……...…….29
3.2 Особенности замка устройства…….…….....……..33

3.3 Конструкция и расчет переработанного замкового устройства…..……34
Вывод…….59
4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ……..……..60
4.1 Описание конструкции, назначение детали и анализ технологической конструкции детали……..60
4.2 Выбор способа изготовления заготовки и плана обработки детали……..60
4.3 Выбор типа производства и формы организации процесса……....63
4.4 Выбор оборудования……...64
4.5 Техническое нормирование времени операций…….……..…66
Вывод…….....67
Заключение……..…… 68
Список используемых источников…….…69
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Электромеханическое запирающее устройство……..76
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Спецификация……77
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Накладка……..79
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Технологический процесс…….82
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Публикация…….87

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире и Российской Федерации вопросы обеспечения безопасности промышленных и социальных объектов приобретают особую актуальность. Для обеспечения безопасности и сохранности имущества по периметру территорий объектов устанавливаются системы ограждений, организуются службы и системы охраны, для контроля и предупреждения несанкционированного доступа. При этом особое место занимает организация управляемого доступа на охраняемую территорию осуществляемая через ворота и калитки различной конструкции.

Как правило подобные конструкции защищают замковыми устройствами не работающих в системе контроля и управления доступом и на сегодняшний день они все больше теряют свою актуальность, требуя своего переоснащения или оснащения дополнительными системами доступа. Одним из решений задачи по контролю состояния, а также дистанционным разблокированием замкового устройства является установка электромеханических замковых устройств (ЭМЗУ).

Согласно ГОСТ 5089-2011 – электромеханические замки:

- замки, в которых электрическая составляющая должна выполнять вспомогательную функцию: блокировать выполнение основной функции - открытие замка;
- после разблокировки дальнейшие действия по открытию замка осуществляют обычным порядком с помощью ручного привода.

Наибольшее распространение получили откатные и распашные воротные устройства. При этом конструкция и нагрузки, действующие на замковое устройство, определяются в зависимости от режима эксплуатации и назначения воротных систем. Одним из способов размещения замкового устройства является его установка на неподвижной опоре ворот.

Одним из решений задачи по контролю состояния, а также дистанционным разблокированием замкового устройства является установка электромеханических замковых устройств (ЭМЗУ).

Цель работы: исследование конструктива электромеханического запирающего устройства.

Основные задачи исследований: переработка электромеханического запирающего устройства; провести исследование влияния изменения металлоёмкости, габаритных размеров запирающего устройства и изменению материала ригеля на его прочностные характеристики; произвести анализ и расчет соленоида; разработать тех. процесс изготовления установочной пластины, предназначенной для установки запирающего устройства на ворота.

Объект исследований: конструкция электромеханического запирающего устройства.

Предмет исследований: закономерности и условия работы запирающего устройства в условиях его эксплуатации.

Методика исследований: при определении конструкции устройства использовались действующие ОСТы и ГОСТы. Работа выполнены с использованием стандартных программ Компас, SolidWorks, AutoCAD и MathCad.

Научная новизна: конструкция запирающего устройства и методика его инженерного расчета.

Публикации: основное содержание и результаты исследований опубликованы в статьях.

Выпускная квалификационная работа изложена на 75 страницах, содержит 18 рисунков, 34 таблиц; состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников, включающей 28 источника.

1 АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ЗАМКОВЫХ УСТРОЙСТВ

1.1 Основная классификация запирающих устройств, используемых в СКУД

Сегодня все больше внедряются системы контроля и управления доступом (СКУД). Устройство центрального управления таких систем обеспечивают управление идентификаторами, считывателями, контроллерами и преграждающими устройствами.

В воротных системах одним из таких преграждающих устройств являются электромеханические запирающие устройства, способные осуществлять удаленный контроль и выдачу сигналов по своим состояниям закрытия и открытия.

Установленные на воротах, они обеспечивают защиту от несанкционированного открытия ворот и проезда мобильной техники с целью террористического акта или нанесения ущерба охраняемому имуществу.

Наибольшее распространение получили откатные и распашные воротные устройства. При этом конструкция и нагрузки, действующие на замковое устройство, определяются в зависимости от режима эксплуатации и назначения воротных систем. Одним из способов размещения замкового устройства является его установка на неподвижной опоре ворот. При этом воздействие ветровых нагрузок на полотно ворот, составляющие до 679 Н/м^2 (а при сплошном заполнении с длиной в 6 м и высотой 2 м при воздействии 7-го ветрового района нагрузка составит 8148 Н) приходится на опоры ворот.

Более сложными и противостоящими высоким нагрузкам являются электромеханические замковые устройства, предназначенные для распашных ворот. В этом случае замковое устройство, как правило, устанавливается на створки ворот и связывает их между собой. При этом фиксация створок может осуществляться двумя способами:

- воспринимая изгибающий момент при открытии створок;
- связывая створки в плоскости проезда, образуя шарнирное соединение.

Анализ существующих на рынке воротных электромоторных запирающих устройств позволил выявить следующие основные модели:

Электромеханический замок CISA Elettrika (см. Рис. 1)

Рисунок 1 – Электромеханический замок CISA Elettrika

Замок сертифицирован по 2 уровню защиты, в соответствии с ГОСТ 5089, который обеспечивается запатентованным поворотным ригелем с прочностью на разрыв до 2000 кг.

К недостаткам устройства, можно отнести 2й из четырех уровней защиты по ГОСТ 5089, а также низкая защита от атмосферного воздействия.

Стальная защитная накладка препятствует доступу к внутренним частям замка при запертой двери/калитке.

Viro v-09 запирающее устройство итальянского производства (см. Рис. 2)

Рисунок 2 – Электромеханическое замковое устройство итальянского производства Viro v-09

Основными достоинствами данного устройства являются:

- ударопрочный корпус устройства;

- защита засова от перепиливания ножовкой;

- шиповидный гарпунный механизм замыкания, предназначенный для разграничения контроля доступа и вандалоустойивости блокировки наружных ворот.

Основным недостатком данного устройства может являться его непригодность для наружного использования в условиях сурового и изменчивого климата.

Обширная территория Российской Федерации охватывает большое количество разнообразных климатических зон и ветровых районов, поэтому это необходимо учитывать при проектировании электромеханического замкового устройства. Одним из самых распространенных и технически совершенных электромеханических замковых устройств является «ЭМЗУ-БАЗАЛЬТ», изготовляемые на отечественном предприятия НПО «Старт» на представленный на рисунке 3.

Рисунок 3 – Электромеханическое замковое устройство «ЭМЗУ-БАЗАЛЬТ»

1.2 Современные проблемы развития отечественного рынка электромеханических запирающих устройств

Увеличение спроса на замковые устройства в России объясняется угрозой недобросовестных личностей намеревающихся украсть чужое имущество, путем проникновения на охраняемые объекты

В настоящий момент на отечественном рынке замковых устройств мы можем лицезреть колоссальное количество как отечественных, так и зарубежных изделий служащих для запирания ворот. Принцип действия каждого из данных устройств основан на поставленных перед ними задачами.

Во времена СССР над созданием специализированных запирающих устройств занимался малый круг узконаправленных государственных военно-промышленных предприятий. Эти предприятия создавали у себя необходимые для данных разработок центры, имеющие даже испытательный полигон для натурных проверок НИОКР, а также и серийной продукции в реальных условиях, благодаря чему такие промышленные центры получили огромный опыт, потенциал и современную производственно-технологическую базу.

Уже в середине 90-х годов на наш рынок замков хлынул поток импортной техники из Китая, Западной Европы, США, Финляндии, Турции и Израиля. В большинстве своем это были замковые устройства, предназначенные для защиты малоответственных помещений и не имели возможности эксплуатироваться при нашем суровом климате на открытом воздухе, а также имели небольшие прочностные характеристики и слабую защиту от злоумышленников.

Замки, имеющие возможность установки в СКУД вынудили покупателей пересмотреть свое отношение к импортной технике в пользу отечественной не только из-за значительного превышения цен на зарубежную продукцию, но относительно высоким качеством отечественных изделий. и низкими показателями защиты от несанкционированного доступа.

Российские ЗУ разрабатываются с учетом наших суровых климатических зон с резко меняющимся климатом и не требуют высокой квалификации обслуживающего персонала, их легко устанавливать, так как у них применяется унифицированная база и стандартные типовые размеры.

На сегодняшний день в России все больше внедряются системы контроля и управления доступом (СКУД). Устройство центрального управления таких систем обеспечивают управление идентификаторами, считывателями, контроллерами и преграждающими устройствами.

В связи с этим рынок все больше испытывает потребность в появлении принципиально новых замковых устройствах имеющие возможность дистанционного управления разблокированием и отслеживание состояния устройства.

Наибольшему вниманию в инженерно-технических средствах физической защиты периметра подлежат контрольно пропускные пункты служащие для идентификации и досмотра лиц или транспортных средств.

Основными элементами таких пунктов выступают калитки, шлюзы или ворота.

1.3 Необходимость установки электромеханических замковых устройств в воротные устройства

Основная масса замковых устройств, представленных в каталогах крупных производителей на российском рынке, служит для установки в различные типы дверей. Следом представлены изделия повышенной прочности и секретности для защитных конструкций различного назначения, включая двери и ворота складских помещений, защитные люки, сейфы и т.д.

Замковые устройства должны соответствовать определенным требованиям к качеству:

иметь необходимые функциональные характеристики;

иметь устойчивость к криминальному вскрытию неразрушающего воздействия;

иметь конструктивную прочность, устойчивость к разрушающим

воздействиям;

иметь необходимый запас надежности и т.д.

Вышеуказанные требования, предъявляемые к запирающим устройствам, регламентируются ГОСТ Р 52582, ГОСТ Р 51053, ГОСТ 19091, ГОСТ 5089.

В первую очередь рассмотрим замковые устройства для защитных конструкций, применяемых в системах контроля и управления доступом (СКУД) и отвечающих требованиям ГОСТ Р 51241.

Выбор замковых устройств для использования в СКУД осуществляется по классам надежности согласно ГОСТ Р 52582.Однако не всегда замковые устройства способны защитить ваше имущество. Для решения этих задач на ряде предприятий, занимающихся разработкой и выпуском охранной продукции для СКУД, были разработаны специальные запирающие устройства с необходимыми характеристиками.

Замковые устройства классифицируются по следующим основным признакам:

- по конструктивному исполнению корпуса: врезные, накладные и навесные.

- по типу конструктивного исполнения механизма секретности: цилиндровые, сувальдные, кодовые и магнитные.

- по принципу работы: механические, электромеханические, электронные и магнитные.

Подходить к выбору замкового устройства следует в первую очередь из условий его эксплуатации на охраняемом объекте. Если устройство обладает необходимыми функциональными, прочностными и конструктивными характеристиками, то не менее важно обратить внимание на климатические условия эксплуатации. В случае эксплуатации устройства не под открытым небом, а под защитой от прямых атмосферных осадков, с зимними температурами не ниже -20 °С, то выбор будет более широким как от отечественных, так и зарубежных производителей. Если зимняя температура эксплуатации находится в диапазоне от -20 °С до -50 °С, а также если замковое устройство эксплуатируется под прямым воздействием атмосферных осадков, то выбор значительно сокращается.

В воротных системах одним из преграждающих устройств являются электромеханические запирающие устройства, способные осуществлять удаленный контроль и выдачу сигналов по своим состояниям закрытия и открытия.

Установленные на воротах, они обеспечивают защиту от несанкционированного открытия ворот и проезда мобильной техники с целью террористического акта или нанесения ущерба охраняемому имуществу.

В зависимости от степени важности охраняемого объекта происходит выбор запирающих устройств (см. рис. 4.) Ведь дешевые устройства могут оказаться неработоспособными в наших климатических условиях и быть легко разрушены силовым воздействием.

Рисунок 4 – Пример установки замкового устройства на воротах

1.4 Действия нарушителя по взлому запирающих устройств

Методы вскрытия запирающих устройств в целом можно разделить на 2 группы.

Первым из них являются разрушающий, т.к. замковые устройства, выполненные из низкокачественных материалов легко и быстрой поддаются разрушению позволяющий дальнейшее проникновение к объекту.

Разрушающие способы вскрытия замков подразделяют на способы с минимальным разрушением и со значительным разрушением.

К способам вскрытия с минимальным разрушением относятся различные виды сверления с целью разрушения конкретной детали (например, стойки засова сувальдного механизма) либо механизма секретности или сверление с целью доступа в зону фиксации и привода засова в обход механизма секретности.

Способами вскрытия со значительным разрушением являются:

Отжим - это способ взлома при помощи физической силы и рычага (лом, монтировка, фомка) путем поломки запирающего устройства и полотна двери, ведущий к ее открытию.

Методы защиты: применение дверей с дополнительными креплениями такими как девиаторы либо вертикальные засовы, а так же повышение жесткости каркаса и дверного полотна.

Забивание ригелей замка – это взламывание замка путем забивания запирающих ригелей в корпус замка ударным инструментом т.е. при достаточном доступе к торцам ригелей прилагаются ударные усилия, в следствие чего происходит деформация и последующая поломка внутренних узлов, как показано на рис. 5.

Рисунок 5 – Следы от забивания ригелей

Очень распространенный способ взлома распространяющийся в основном на двери из тонкого полотна, так называемые жестянка. Взлом происходит следующим образом: в области замка вырезается металл и вследствие чего злоумышленнику предоставляется доступ к замку, далее с помощью фомки удаляется замок и дверь открывается.

Методы защиты: увеличение толщины наружного слоя металла либо упрочнение конструкции в районе замка путем вваривания ребер жесткости, либо установка замка в специально изготовленный карман.

Свертыш – специальный однобородочный ключ со стержнем большего размера, вставляемый в ключевое отверстие и проворачиваемый относительно большим усилием. При этом идет поломка хвостовика сувальды и как

следствие и дальнейшее беспрепятственное продвижение засова в корпус замка.

Методы противодействия: конструкция замка с ослабленными зубьями сувальд, которые при попытке проворачивания отламываются и открыть замок становится невозможным

Высверливание - метод основан на высверливании стойки хвостовика сувальдного типа замка или механизма с цилиндрической секреткой. В первом случае высверливается сама стойка хвостовика, вследствие чего замок открывается без затруднений. Во втором случае высверливается цилиндровый механизм в месте где располагаются штифты (см. рис. 6) далее замок прокручивается любым плоским предметом.

Рисунок 6 – Высверливание штифтов механизма секрета

Меры противодействия: защитная бронепластина, предотвращающая высверливание.

Вторым из основных способов вскрытия замковых устройств является – неразрушающий.

К неразрушающим способам вскрытия замков относятся манипуляционный способ, при котором осуществляется прямое воздействие специальными инструментами на механизм секретности замка через ключевое отверстие, а также способ «бампинг» (Bumping), при котором вскрытие цилиндровых штифтовых механизмов осуществляется с помощью

приспособления, изготавливаемого из ключевой заготовки или ключа конкретного замка.

Суть бампинга состоит в том, что специально подготовленная заготовка ключа поворачивается на открывание замка с некоторым усилием, после чего извлекается и определяются характерные контактные точки (следы) соприкосновения бородки ключа и сувальд (см рис. 7). Далее производится стачивание высоты секрета ключа в этих точках. Процесс повторяется до изготовления рабочей копии заводского ключа. Метод требует определенного мастерства, хорошего зрения и немало времени.

Рисунок 7 – Проворачивание замка

Меры противодействия: защитная накладка (кодовая, магнитная), полностью закрывающая скважину под ключ в дверном полотне.

Замки и цилиндровые механизмы в зависимости от показателей, характеризующих охранные свойства [секретность, надежность (безотказность), прочность, стойкость к криминальному вскрытию (взлому)], подразделяют на четыре класса: первый, второй, третий и четвертый.

Замки (цилиндровые механизмы), не прошедшие испытания на стойкость к вскрытию в соответствии с требованиями настоящего стандарта, относят к 1-му (низшему) классу охранных свойств.

1.5 Особенности электромеханических замковых устройств.

По принципу работ ЗУ делят на следующие виды:

Механические ЗУ в которых основную (Открытие – Закрытие) и второстепенную (заблокирование – разблокирование) функцию осуществляется механическим способом при помощи ключа.

Электромеханические ЗУ это устройства в которых с помощью электричества осуществляется блокирование самого открытия замка. После разблокировки дальнейшее действия по открытию замка осуществляются обычным порядком с помощью ключа.

Электромагнитные ЗУ почти самые популярные. Они очень надежны потому что не имеют подвижных частей а фиксация происходит за счет магнитной силы. Такие ЗУ перестают быть работоспособными после отключения электропитания, а так же теряют свою эффективность при деформации и царапинах на контактных пластинах.

Электромоторные ЗУ – замки в которых привод осуществляет главную функцию (открытие – закрытие) без непосредственного участия человека.

Согласно ГОСТ 5089 «замки, защелки, механизмы цилиндровые»:

- в электромеханических замках электрическая составляющая должна выполнять вспомогательную функцию: блокировать выполнение основной функции - открытие замка;

- после разблокировки дальнейшие действия по открытию замка осуществляют обычным порядком с помощью ключа.

Электромеханические ЗУ устойчиво заняли свое место в средствах систем контроля и управления доступом воротных систем (см. рис. 8).

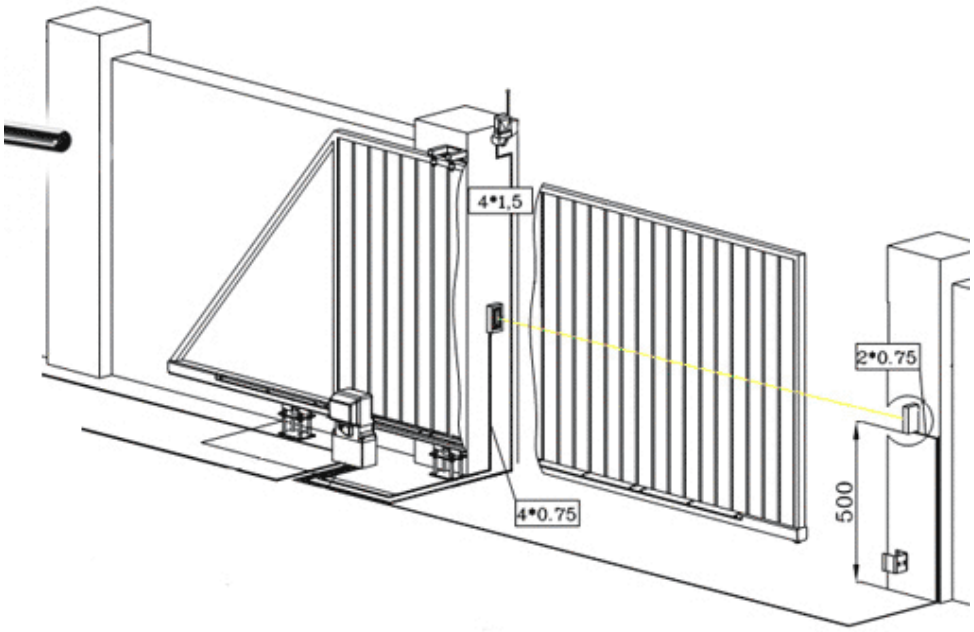


Рисунок 8 – Пример воротной системы

Их можно снабжать датчиками «Открыто-закрыто» или «Заблокировано – Разблокировано»

Как показывает анализ, наиболее подходящим к эксплуатации является электромеханическое замковое устройство «Базальт-ЭМЗУ».

Не имея своих аналогов на отечественном рынке, данное запирающее устройство до сих пор является востребованным, но из-за высокой себестоимости ввиду значительной металлоёмкости и количеств операции и переходов необходимых для обработки корпуса замка, изделие имеет высокую себестоимость.

Вывод:

В настоящее время все больше систем защиты периметра оборудуются системами контроля и управления доступом. Одно из основного звен по защите периметра выступают воротные системы в которых требуется установка электромеханического замка для предотвращения несанкционированного доступа и удаленного управления устройством. Но ввиду отсутствия на рынке новых разработок, изделия решающие комплекс

поставленных перед ними зада являются дорогостоящими. Целью представленной работы является снижение себестоимости изделия путем принятия новых конструктивных решений по осуществлению системы запирания и вследствие чего изменения показателей трудозатрат на изготовление и металлоёмкости.

2. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ЗАМКОВОГО УСТРОЙСТВА

2.1 Назначение изделия

Устройство запирающее электромеханическое «БАЗАЛЬТ-ЭМЗУ» накладного типа предназначено для установки внутри охраняемой зоны и работающее в составе систем управления доступом типа «Цирконий-С2000» или аналогичной системы.

Устройство в рабочем режиме обеспечивает дистанционное разблокирование засова при помощи электрического управляющего сигнала, в аварийном режиме – при помощи ключа. Перемещение засова в разблокированном положении осуществляется вручную, при помощи ручки внутри охраняемой зоны.

2.2 Технические характеристики исследуемого замкового устройства

Исследуемое изделие «Базальт-ЭМЗУ» обладает следующими техническими характеристиками:

- Устройство сохраняет работоспособность на улице при температуре от минус 50 до плюс 60 °С, что позволяет его эксплуатацию в большинстве климатических зон Российской Федерации.

- Устройство обеспечивает дистанционное блокирование и разблокирование засова управляющим напряжением от 20 до 30 В постоянного тока значением не более 0,23 А, в нормальных климатических условиях. Длительность импульса тока от 0,3 до 0,5 с, что позволяет осуществлять дистанционное управление устройством.

- Устройство снабжено датчиками контроля положения засова «Открыто» – «Закрыто» и блокирующего механизма «Разблокировано» – «Заблокировано», рассчитанными на коммутацию напряжения от 3 до 30 В постоянного тока значением от 1 до 30 мА, что позволяет удаленно отслеживать состояние устройства на данный момент времени.

Обладая всеми вышеперечисленными особенностями устройство имеет возможность управления как от индивидуального пульта управления, так и работать в системе управления доступом.

Габаритные размеры устройства при этом составляют 200х170х170 мм.

2.3 Состав исследуемого изделия.

ЭМЗУ состоит из 2-х механизмов: замкового и ригельного (см. рис. 9)

Замковый механизм состоит из корпуса (1), крышки (2), внутренней крышки (3), а также уст. Плиты (4). Внутри корпуса (1) находится запорный палец (5), приводимый в движение путем вращения кулачка (6) ручкой (7).

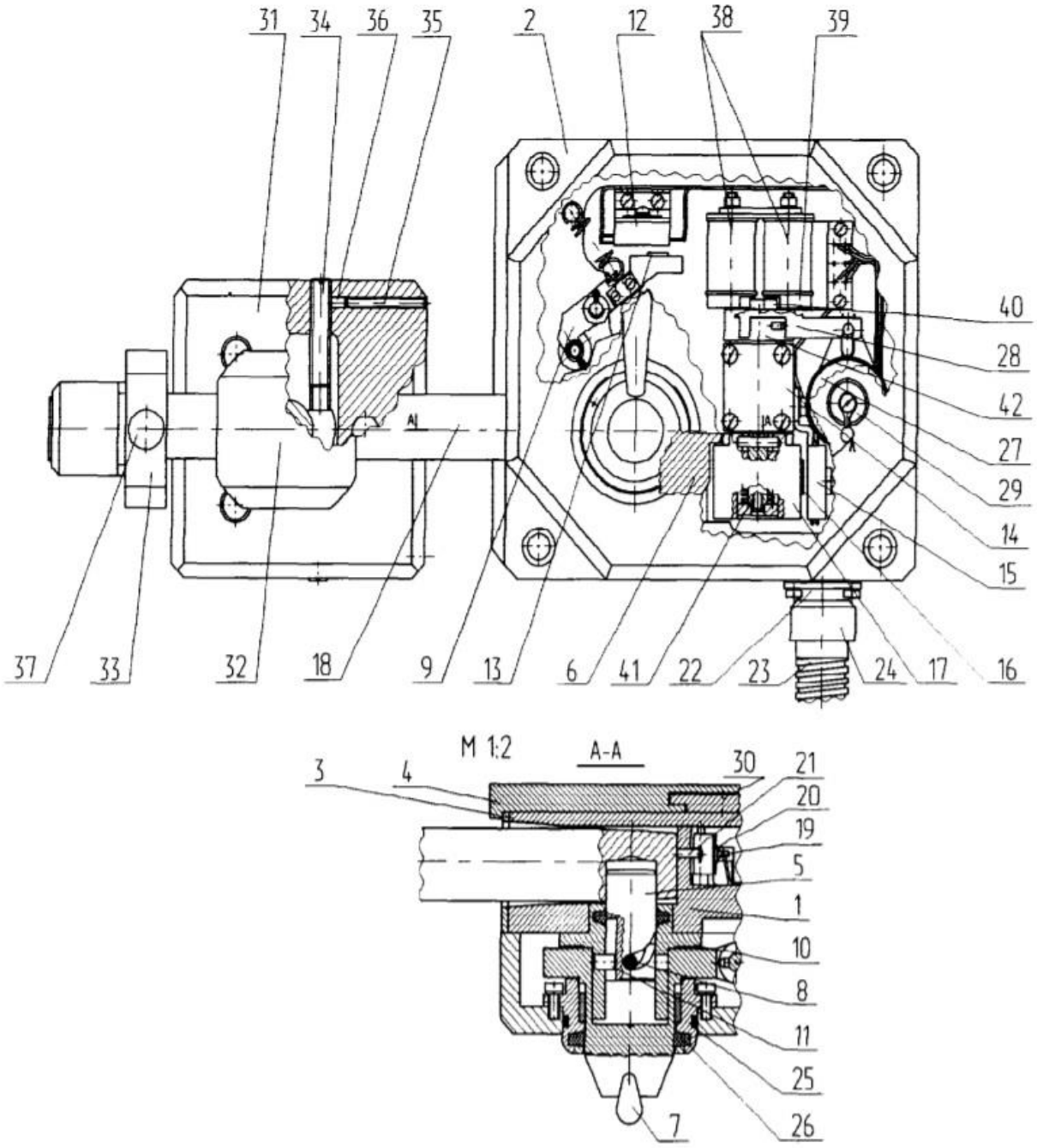


Рисунок 9 – Состав электромеханического замкового устройства «БАЗАЛЬТ - ЭМЗУ»

Перемещение пальца (5) производится с помощью штифта (8), находящегося внутри кулачка (6), по пазу пальца (5). Положение кулачка (6) стопорится механизмом фиксации (9), выполненным в виде поворотного кронштейна с роликом, взаимодействующим с углублением на боковой поверхности фланца 6.

Палец (5) находится внутри фланца (10) установленным в корпусе (1). В отверстии фланца (10) есть сальник, предотвращающий попадание внутрь замка любых предметов. Сбоку фланца (10) находится штифт (11) мешающий вращаться пальцу (5).

Герконовый датчик (12), установлен в корпусе (1), в совокупности с магнитом (13) отслеживает положение кулачка (6).

На передней поверхности корпуса, справа от ручки, установлен механизм (14), способный работать либо в дистанционном режиме – от пульта управления либо в аварийном режиме от ключа (входящего в комплект изделия). Положение блокирующего механизма (14) отслеживается герконом (15) и передается на пульт управления устройством.

С другой стороны корпуса (1) находится приемное отверстие для ввода в него ригеля (18). Контроля состояния замка «Открыто-Закрыто» осуществляется с помощью геркона (19), рычага с магнитом (20) отображения положения подвижной в нескольких плоскостях задвижки, в закрытой полости расположен датчик, состоящий из геркона 19 и подпружиненного рычага с постоянным магнитом 20.

На правой стороне корпуса имеется разъем (22) для подсоединения кабеля (23). Внутри крышки (2) расположен фланец (25) с установленным сальником (26) для того, чтобы влага и пыль не попали в замок. Внутри крышки находится механизм секрета (27) и планка (28). Ключевое отверстие закрывается специальной пробкой на резьбе (29). Внутренняя крышка (3) крепится винтами к корпусу (1).

В центре крышки (3) имеется грибообразный выступ (30) устанавливающийся с дальнейшем сдвигом в полости кронштейна (4), это необходимо для невозможности демонтажа замка в состоянии «Закрыто».

Запорная часть состоит из ригеля (18), корпуса (32) и упора (33) и устанавливается на накладку (31). Накладка 31 крепится на створку ворот.

Накладка скрепляется с планкой винтами. Для защиты от высверливания с наружной стороны охраняемой зоны в накладку установлены закаленные штифты, в которые при попытке высверливании упирается сверло.

При открытии и закрытии замка ригель (18) перемещается внутри корпуса (32) и попадая в приемный карман блокируется пальцем (5).

2.4 Описание работы устройства

Электрический способ работы.

Исходное состояние устройства -открыто. Ригель (18) за ручку (37) вставляется в приемный карман замка. Вращением ручки 7 против часовой стрелки в ригель погружается палец (5). Датчик 12 и датчик 19 при этом сообщают на управляющий пульт состояние замка - закрыто.

На катушку 38 подается короткий положительный импульс, который поворачивает якорь (41) на необходимый угол, блокируя при этом кулачок (6).

Замок закрыт и заблокирован.

На катушку 38 подается короткий отрицательный импульс, который поворачивает блокирующий элемент (17) и расцепает его с кулачком (6). Датчик (15) показывает положение - разблокировано. Вращением ручки (7) по часовой стрелке палец (5) выходит ригеля (18), позволяя извлечь его из замка. За ручку 37 ригель выводится из корпуса (1), датчики сигнализируют о положении «Открыто»

Механический способ работы.

Аналогичный с электрическим способом открытия. Для блокирования замка в ключевое отверстие вставляется ключ (входящий в комплект устройства) далее поворачивается по часовой стрелке до упора и возвращается в исходное положение. Для разблокирования ключ следует вращать против часовой стрелки. После каждого «Блокирования/разблокирования» ключ должен выниматься из скважины и заворачиваться заглушка (29).

2.5 Анализ конструктивных особенностей изделия.

Электромеханическое запирающее устройство отличается тем:

- механизм ригельный и механизм замковый выполнены автономно друг от друга, что в случае деформации ригеля позволяет произвести его замену без демонтажа и разбора самого замкового устройства.

- корпус с подвижной задвижкой установлен на накладке с возможностью поворота.

- накладка снабжена винтами, определяющими угол поворота корпуса с задвижкой, что позволяет компенсировать смещение относительно друг друга створок ворот.

- блокирующий элемент установлен на оси с возможностью ограниченного осевого перемещения , это сделано для предотвращения поворота исполнительных узлов замка.

- блокирующее устройство снабжено датчиком, регистрирующим положение блокирующего элемента, сигнализирующим о его состоянии.

- механизм замковый снабжен датчиком, регистрирующим о положении ригеля в нем, что также сигнализирует о состоянии замка.

- механизм замковый снабжен датчиком, регистрирующим положение задвижки в нем, что также отслеживает состояние замка.

- подвижные элементы механизма замкового и корпуса снабжены защитными уплотнениями, препятствующими попаданию атмосферных осадков.

- на боковой поверхности фланца выполнено углубление для взаимодействия с механизмом фиксации, выполненном в виде поворотного кронштейна с роликом, что делает блокировку в открытом состоянии невозможным.

- механизм замковый также снабжен датчиком, игнализирующем о положении фланца.

- электромагнит выполнен в виде двух катушек с сердечниками, для снижение электропотребления замка

- торцевая поверхность сердечников, расположения напротив постоянного магнита, выполнена ступенчатой формы, для увеличения усилия прижима при срабатывании.

Вывод:

Рассмотренное выше запирающее устройство в значительной степени превосходит аналоги устройств, представленных на рынке. Обширная научная и техническая база позволили сделать устройство, обладающее высокими показателями прочности и эксплуатационными свойствами. Но высокая себестоимость изготовления указывает на необходимость корректировки конструкции изделия с внедрением новых технических решений.

Также, как показывает практика открытый ригель устройства при размещении изделия в зонах воздействия соляного тумана подвергается коррозии. Это происходит из-за ряда закрытых в 90-х метеллоперерабатывающих предприятий. Не секрет что содержание легирующих элементов в сталях находится на их нижних пределах, а из-за высокой стоимости качественных сталей производители вынуждены обращаться к поставкам материалов из Китая.

Исходя из этого предлагается новый конструктив по блокирующему механизму фиксации фланца, что позволит сократить его металлоемкость, а также предлагается выбор более коррозионностойкого материала ригеля.

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКТИВА ЗАМКОВОГО УСТРОЙСТВА

3.1 Особенности блокирующего узла устройства

Для рассмотрения особенностей запираемой части, необходимо провести анализ существующих типов электромагнитов (см. рис. 10).

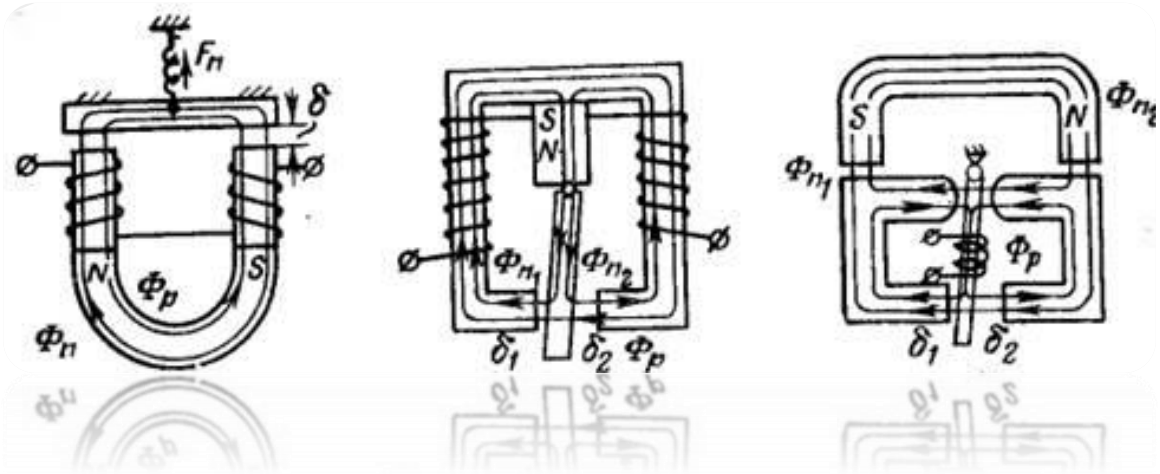


Рисунок 10 – Основные типы электромагнитов

Наиболее распространенным способом запирания дверей с помощью электромагнитной силы, создаваемой магнитным полем с встроенной намоткой, пропускающей через себя электрический ток.

Огромным недостатком такой системы является наличие бесперебойной подачи тока на магнитную катушку, а так же резкого снижения прижимного усилия из-за даже небольшого зазора между якорем и индуктором.

Известен еще один способ фиксации привода ригеля, но с помощью соленоида, втягивающего стальной подпружиненный сердечник ригеля вовнутрь соленоида.

Недостатком этого способа фиксации является одностороннее действие электромагнитных сил, втягивающих ригель. В свободном же состоянии ригель находится в выдвинутом положении, блокируя тем самым дверь.

Так же недостатком является резкое снижение магнитных сил при увеличении хода ригеля, что ограничивает длину хода ригеля.

Используем способ фиксации и привода ригеля замка, приводящий в движение привод ригеля как на толкание, так и на втягивание с возможностью остановки ригеля в крайних точках для создания силы тяги, воздействующей на якорь ригеля в одном направлении, якорь ригеля намагничивают в продольном направлении с формированием на его концах полюсов N и S (см. рис.11).

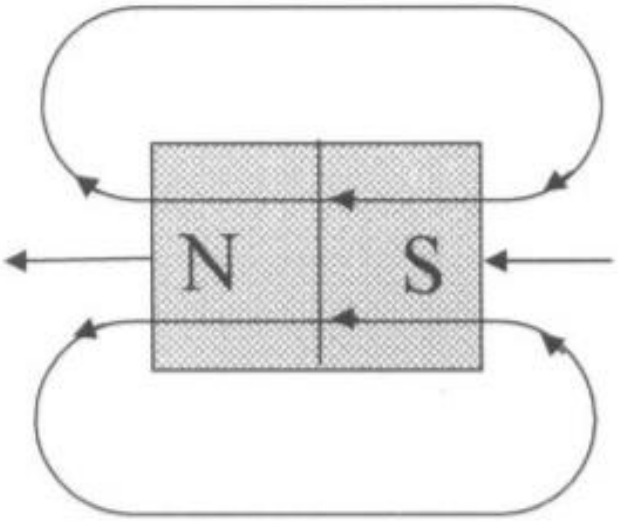


Рисунок 11 – Направление намагниченности якоря

Эти полюса магнита и помещают внутри корпуса с зазором с торцов внешнего соленоидального магнитного поля между двумя магнитными потоками направленными навстречу друг другу, исхщдящими из магнитомягких элементов соленоида в направлении якоря ригеля, таким образом, чтобы полюса S и N ригеля располагались в воздушном зазоре напротив торцов одноименных полюсов N магнитомягких элементов соленоидов внешнего соленоидального магнитного поля см. рис. 12.

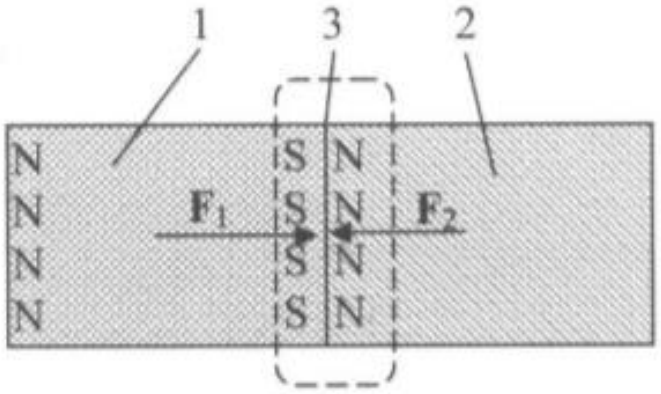


Рисунок 12 – Расположение полюсов ригеля в магнитном поле соленоида

При этом вздей ствие двух магнитвых сил на якорь ригеля производят в виде электрического импульса, t которого должна быть примерно равна времени перемещения ригеля от крайнего положения к крайнему, но перемена вектора силы тяги при реверсивном направлении ригеля производится путем кратковременной смены направления магнитного потока на противоположное со стороны внешнего соленоидального поля так, чтобы полюса S и N якоря ригеля были расположены в воздушном зазоре напротив торцов одноименных полюсов S магнитомягких элементов соленоидов внешнего соленоидального магнитного поля см. Рис 13.

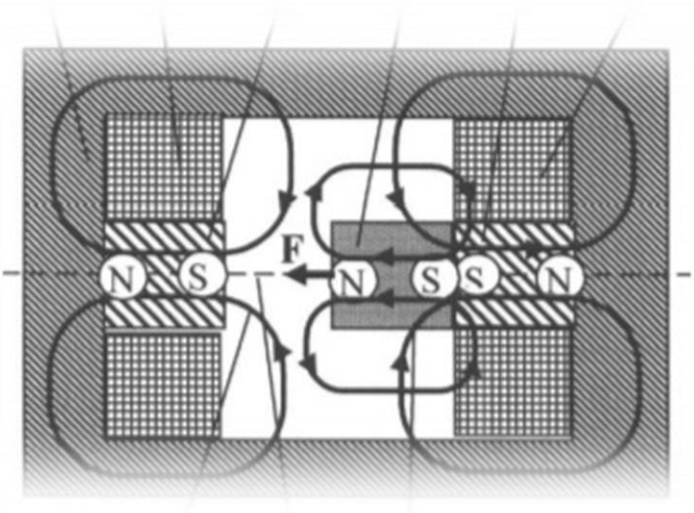


Рисунок 13 – Начальное положение якоря в соленоиде

В результате отталкивания якорь создает силу тяги от одного полюса и притяжением к другому, а фиксация якоря осуществляется за счет притяжения якоря к соленоиду см. рис . 14.

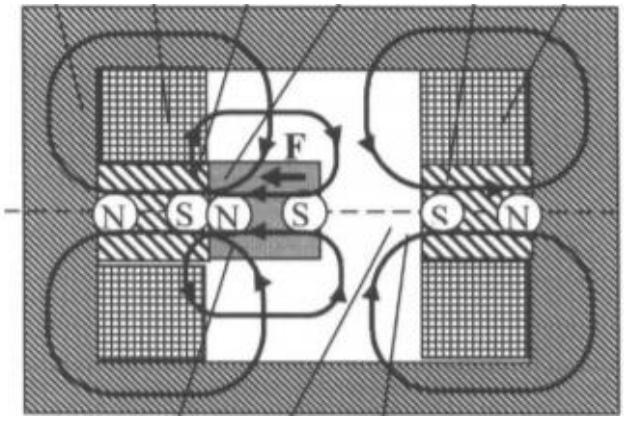


Рисунок 14 – Конечное положение якоря при смене полярности в соленоиде

После кратковременного отключения внешнего магнитного поля, при этом величину силы фиксации якоря ригеля в крайнем положении устанавливают менее величины силы отталкивания полюса ригеля от полюса магнитомягкого элемента соленоида в момент импульсного включения внешнего соленоидального магнитного поля конструкция данного электромагнита приведена на рис 15.

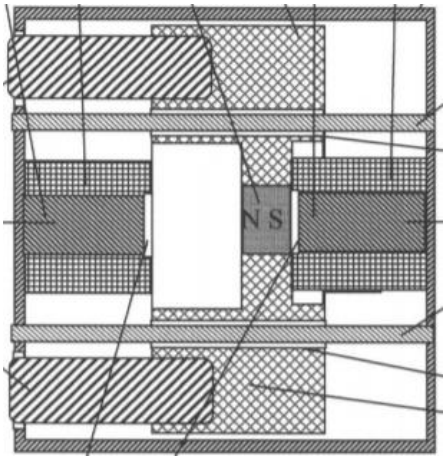


Рисунок 15 – Конструкция рассматриваемого электромагнита

Преимуществом данного типа электромагнита является его прижимная сила якоря при малых размерах корпуса соленоида. Использование подобного электромагнита позволит сократить внутренние объемы корпуса замка, что

приведет к уменьшению его габаритных размеров, и как следствие уменьшению металлоёмкости.

Потребление питания при работе данного электромагнита осуществляется только при переходе его состояний что не повлияет на характеристики потребления энергии исследуемого запирающего устройства.

3.2 Особенности замка устройства

Выбор нового типа электромагнита позволил сократить необходимое пространство внутри замка, а скорректированный запорный узел позволил расположить его по оси действ усилия блокировки, все это в совокупи позволило сократить металлоемкость след деталей:

- Накладки прилагаемой к полотну створки ворот за счет смещения паза входного пальца (с габаритных размеров 200х170х20 мм на габаритные размеры 190х100х18 мм)

- Внутренней крышки замка за счет смещения пальца по оси воздействующего на разрыв усилия (с габаритных размеров 200х170х11 на габаритные размеры 190х100х11 мм.)

- Корпуса замка за счет сокращения внутреннего объёма выборки под узлы блокировки и перемещением цилиндрового механизма (с габаритных размеров 200х170х40 на габаритные размеры 190х100х40 мм)

- Крышки замка за счет изменения корпуса (с габаритных размеров 200х170х40 на габаритные размеры 190х170х40 мм.)

Изменение конструктива должно положительно повлиять на прочностные характеристики исходя из этого необходимо провести расчет на прочность составных узлов изделия.

Так же произведена замена материала ригеля на более коррозионно стойкий материал , что также требует необходимого расчета на изгибающие усилия

3.3 Конструкция и расчет переработанного замкового устройства

Произведя корректировку вышеописанных узлов изделия, был представлен новый конструктив замка (см.рис. 16).

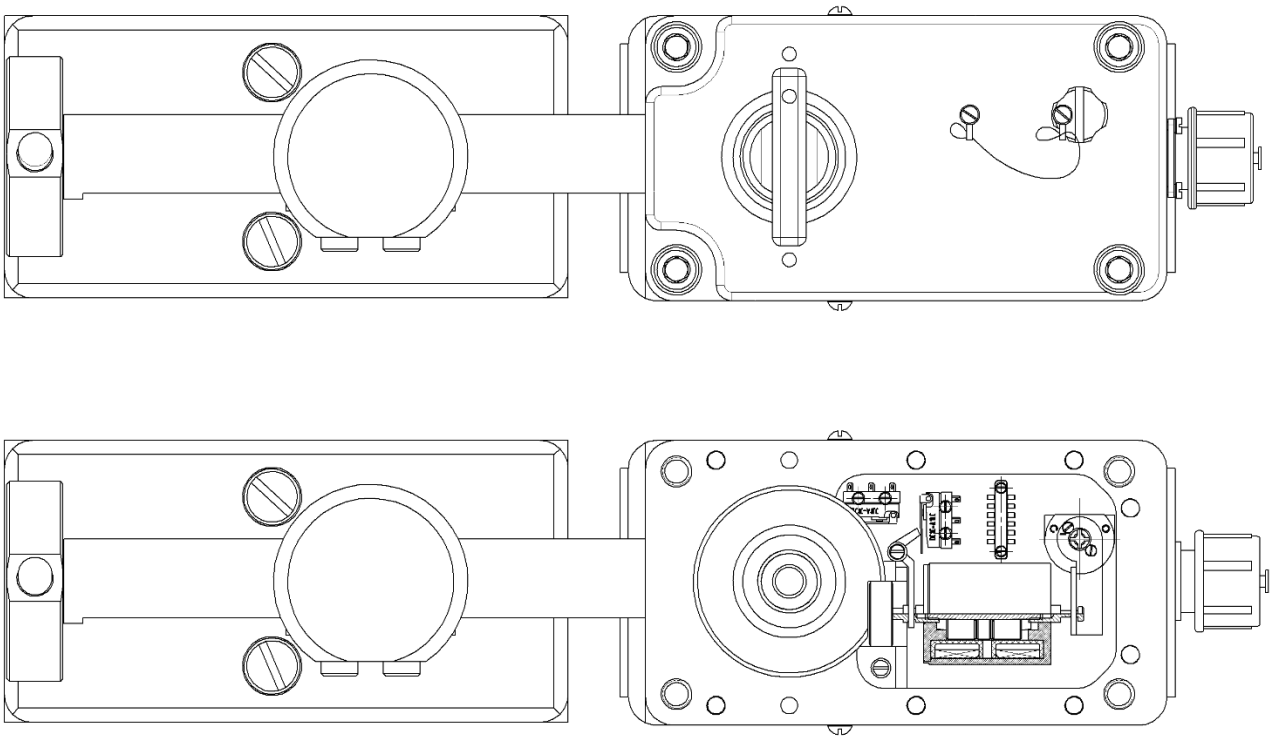
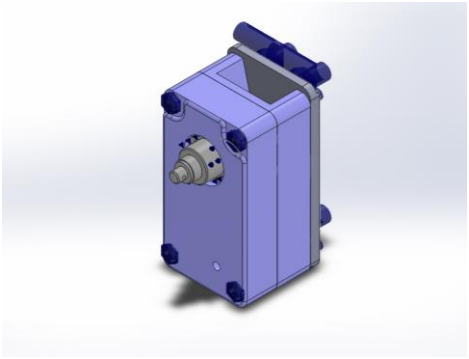


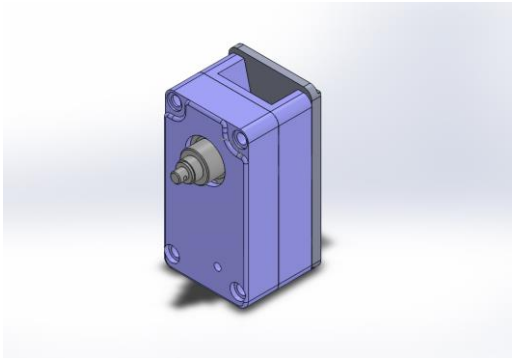
Рисунок 16 – Предлагаемый вариант переработанного конструктива замка

Для проверки прочностных характеристик необходимо провести расчет основных узлов изделия.

3.3.1 Статический анализ корпуса скорректированного изделия, расчеты произведены с помощью программного комплекса САПР SolidWorks.



Исходная модель



Проанализированная модель

Свойства исследования

Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 Kelvin
Тип решающей программы	Решающая программа Direct sparse
Несовместимые параметры связи	Более точно (медленнее)
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл

Единицы

Система единиц измерения:	СИ (MKS)
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m^2

Свойства материала:

- предел текучести 2.20594e+008 N/m^2;

- предел прочности при растяжении 3.99826e+008 N/m^2;

- модуль упругости 2.1e+011 N/m^2;

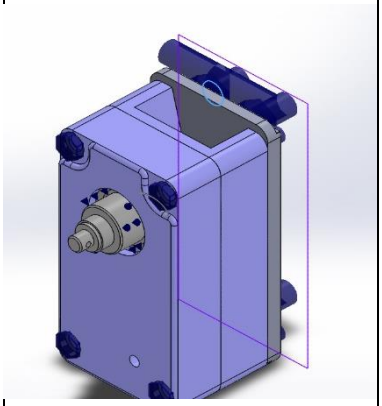
- коэффициент Пуассона 0.28;

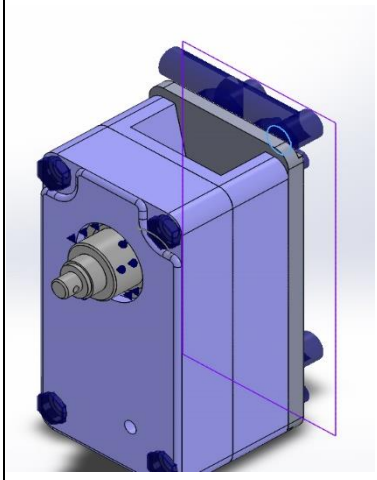
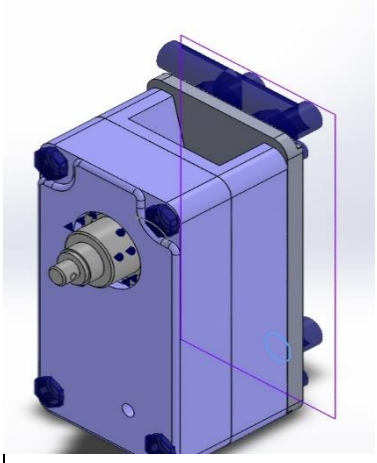
- массовая плотность 7800 kg/m^3;

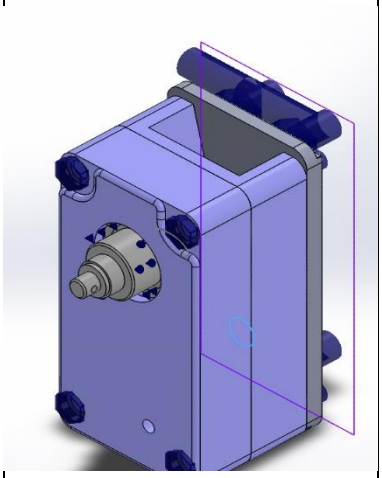
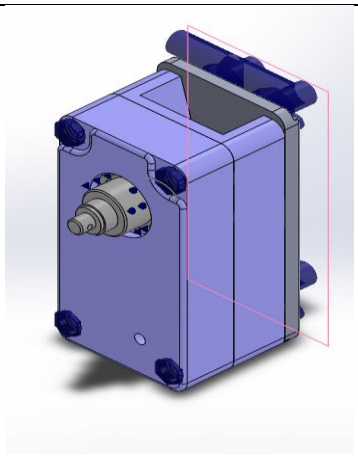
- модуль сдвига 7.9e+010 N/m^2;

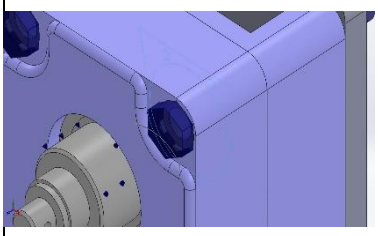
- коэффициент теплового расширения 1.3e-005 /Kelvin.

Нагрузки и крепления:

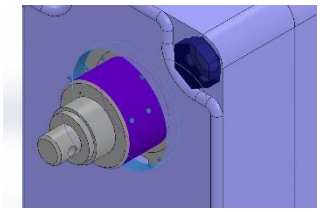
Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Фундаментный болт - 1		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость; Тип: Болт (Диаметр головки/гайки) (Болт основания); Диаметр головки: 26.25 mm; Справочный: плоскость 1; Номинальный диаметр тела: 17.5; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.

Фундаментный болт - 2		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость; Тип: Болт (Диаметр головки/гайки) (Болт основания); Диаметр головки: 26.25 mm; Справочный: плоскость 1; Номинальный диаметр тела: 17.5; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.
Фундаментный болт – 3		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость; Тип: Болт (Диаметр головки/гайки) (Болт основания); Диаметр головки: 26.25 mm; Справочный: плоскость 1; Номинальный диаметр тела: 17.5; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.

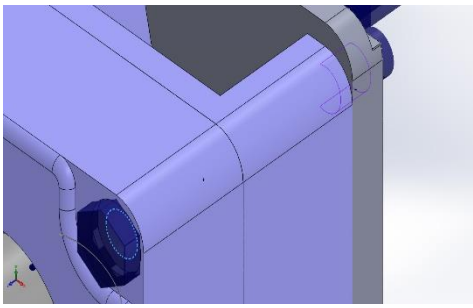
Фундаментный болт - 4		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость; Тип: Болт (Диаметр головки/гайки) (Болт основания); Диаметр головки: 26.25 mm; Справочный: плоскость 1; Номинальный диаметр тела: 17.5; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.
Виртуальная стенка -1		Тип: Виртуальная стенка; Элементы: 1 грани, 1 плоскость; Тип стенки: Жестко; Осевая жесткость: 0(N/m)/m^2; Касательная жесткость: 0(N/m)/m^2.

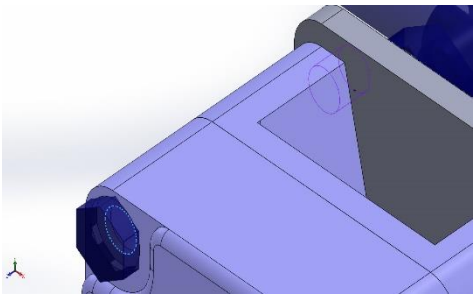
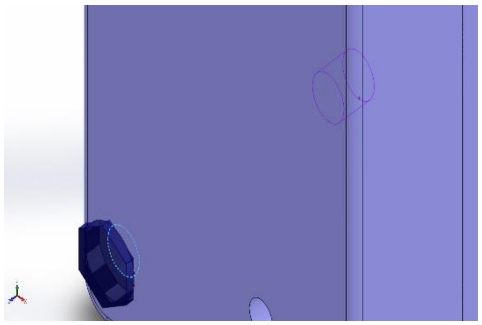
Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани; Тип: Приложить нормальную силу; Значение: 15000 N.

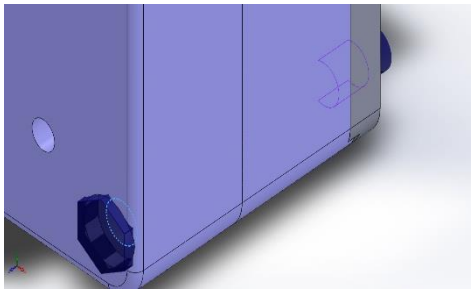
Определения соединителей;

Имя соединителя	Данные соединителя	Изображение соединителя
Жесткий соединитель-1	Объекты: 2 грани; Тип: Жестко.	 Жесткий соединитель-1

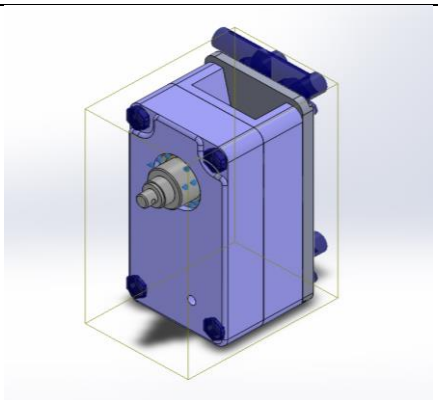
Соединитель-шпилька/болт/подшипник

Ссылка на модель	**Данные соединителя**
 Цекованный винт-1	Объекты: 1 кромки, 1 грани; Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Без &гайки); Диаметр головки: 17.25 mm; Номинальный диаметр тела: 11.5; Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.

 Цекованный винт-2	Объекты: 1 кромки, 1 грани; Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Без &гайки); Диаметр головки: 17.25 mm; Номинальный диаметр тела: 11.5; Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.
 Цекованный винт-3	Объекты: 1 кромки, 1 грани; Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Без &гайки); Диаметр головки: 17.25 mm; Номинальный диаметр тела: 11.5; Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0; Модуль Юнга: 2.1e+011; Коэффициент Пуассона: 0.28; Единицы предварительной загрузки: N.m.

 Цекованный винт-4	Объекты: 1 кромки, 1 грани Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Без &гайки) Диаметр головки: 17.25 mm Номинальный диаметр тела: 11.5 Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0 Модуль Юнга: 2.1e+011 Коэффициент Пуассона: 0.28 Единицы предварительной загрузки: N.m

Данные контакта

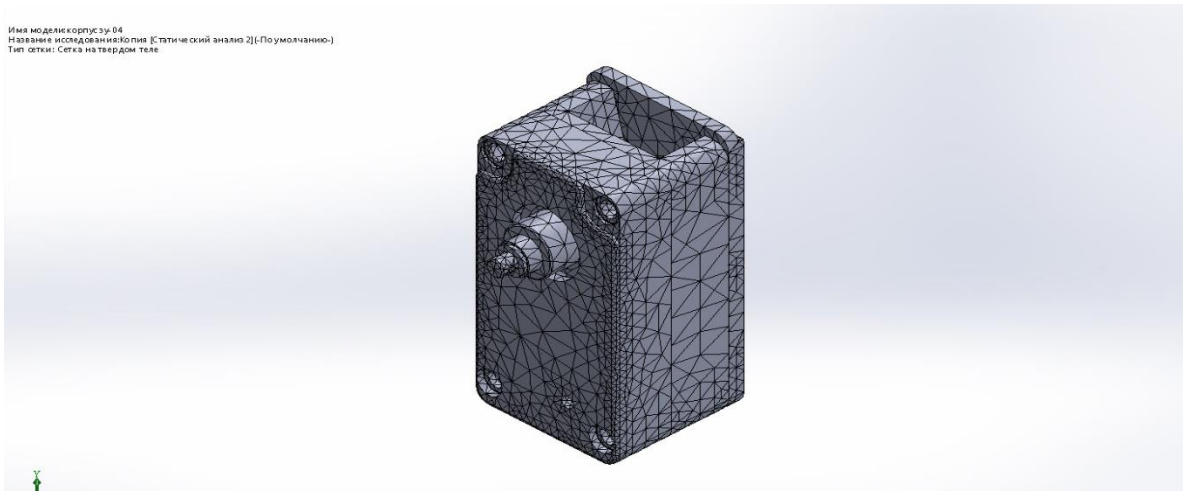
Контакт 3D	**Изображение контакта**	**Свойства контакта**
Глобальный контакт		Тип: Связанные Компоненты: 1 Параметры: Несовместимая сетка

Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 Точки
Максимальный размер элемента	21.4331 mm
Минимальный размер элемента	4.28663 mm
Качество сетки	Высокая

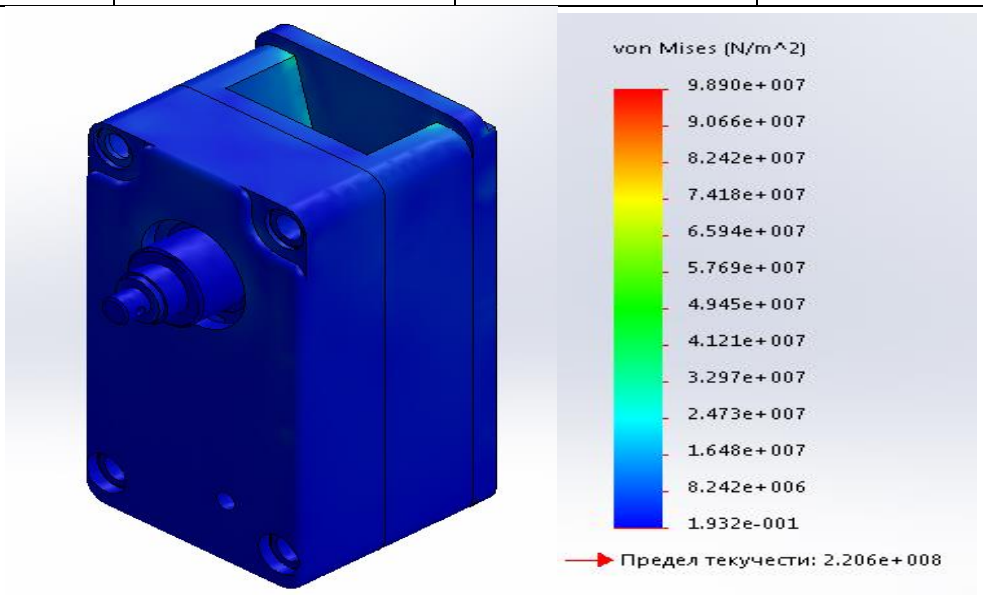
Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	50144
Всего элементов	27836
Максимальное соотношение сторон	396.15
% элементов с соотношением сторон < 3	82.1
% элементов с соотношением сторон > 10	1.63
% искаженных элементов (Якобиан)	0

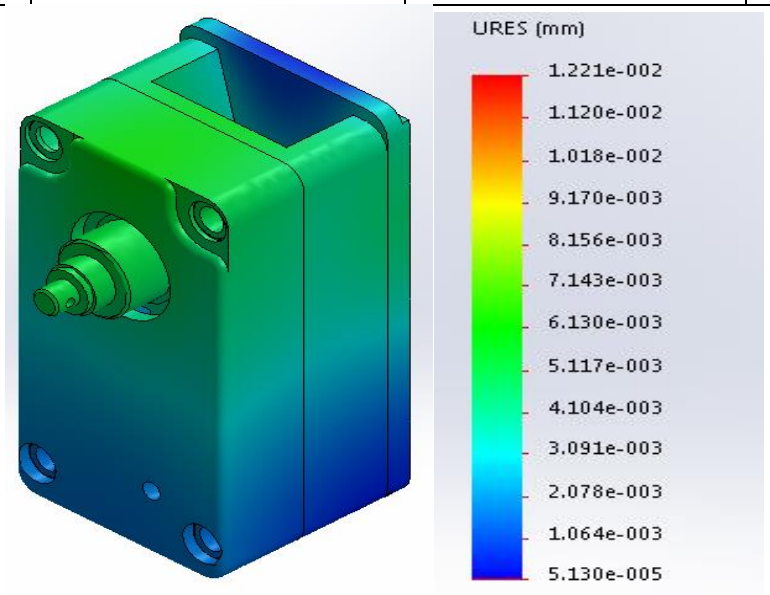


Результаты исследования

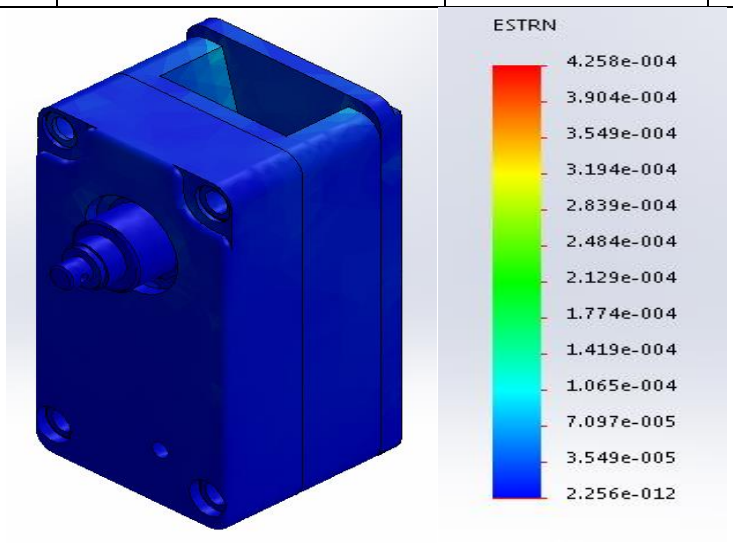
Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	0.193222 N/m^2 Узел: 4880	9.89032e+007 N/m^2 Узел: 42451



Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	5.1303e-005 mm Узел: 42237	0.012209 mm Узел: 22687



Имя	Тип	Мин	Макс

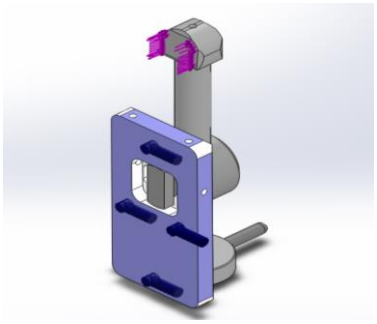
Деформация 1	ESTRN: Эквивалентная деформация	2.25568e-012 Элемент: 2820	0.000425847 Элемент: 15374
			

Данные расчеты подтверждают заявленные статистические нагрузки и не ухудшают прочностные свойства исследуемого изделия.

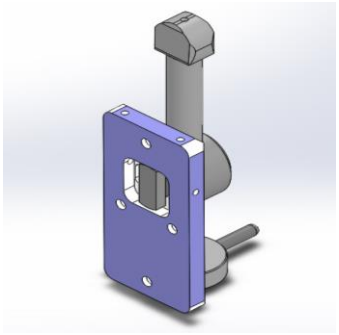
3.3.2 Статический анализ ригеля скорректированного изделия, расчеты произведены с помощью програмного комплекса САПР SolidWorks.

Далее необходимо произвести расчёт ригеля при выборе материала заготовки - Сталь коррозионностойкая обыкновенная 25Х17Н2Б-Ш.

Добавление ниобия и выполнение электрошлакового переплава придают стали дополнительную коррозионную стойкость.

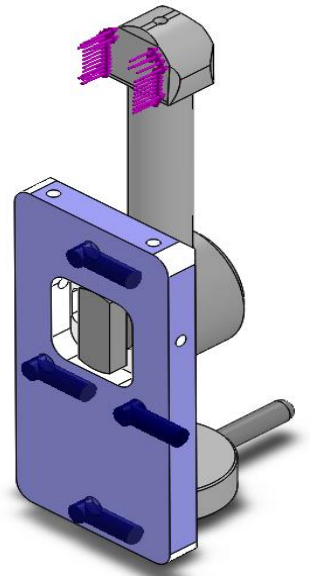


Исходная модель



Проанализированная модель

Информация о модели



Имя модели: Ответная часть

Активная конфигурация: По умолчанию

Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства
Импортированный1	Твердое тело	Масса:2.88109 kg Объем:0.000369371 m^3 Плотность:7800 kg/m^3 Масса:28.2347 N
Импортированный1	Твердое тело	Масса:0.35227 kg Объем:4.51628e-005 m^3 Плотность:7800 kg/m^3 Масса:3.45224 N
	Твердое тело	Масса:0.0479895 kg

Импортированный1		Объем:6.1525e-006 m^3 Плотность:7800 kg/m^3 Масса:0.470297 N
Импортированный1	Твердое тело	Масса:1.68923 kg Объем:0.000216568 m^3 Плотность:7800 kg/m^3 Масса:16.5545 N
Импортированный1	Твердое тело	Масса:1.02053 kg Объем:0.000130837 m^3 Плотность:7800 kg/m^3 Масса:10.0012 N

Свойства исследования

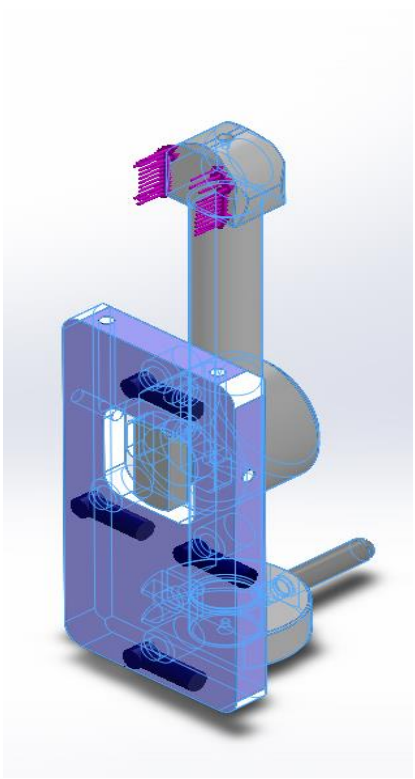
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 Kelvin
Тип решающей программы	FFEPlus
Несовместимые параметры связи	Авто
Вычислить силы свободных тел	Вкл

Единицы измерения

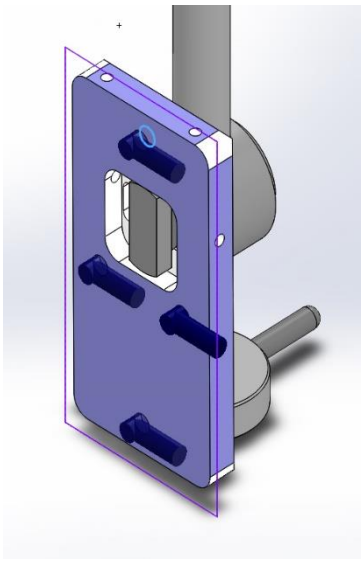
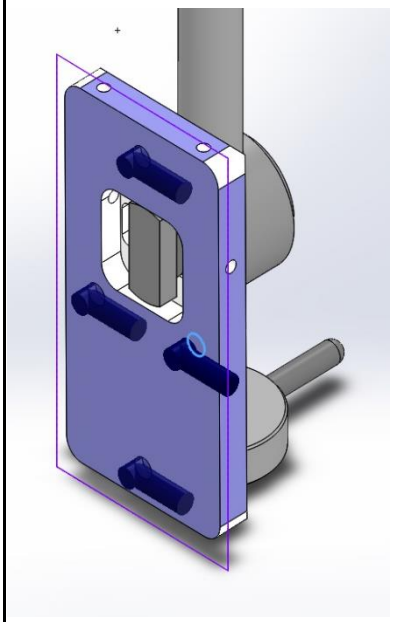
Система единиц измерения:	СИ (MKS)

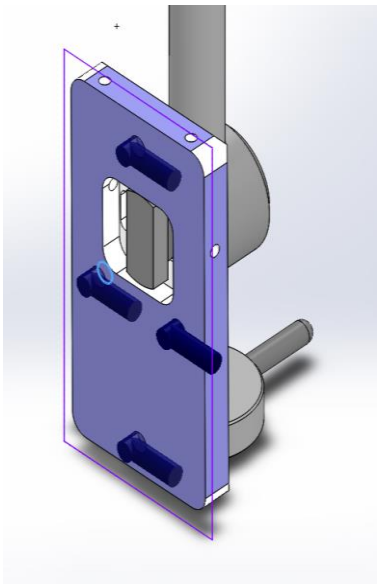
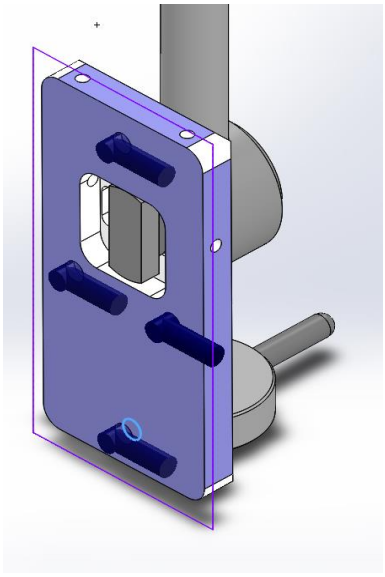
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m^2

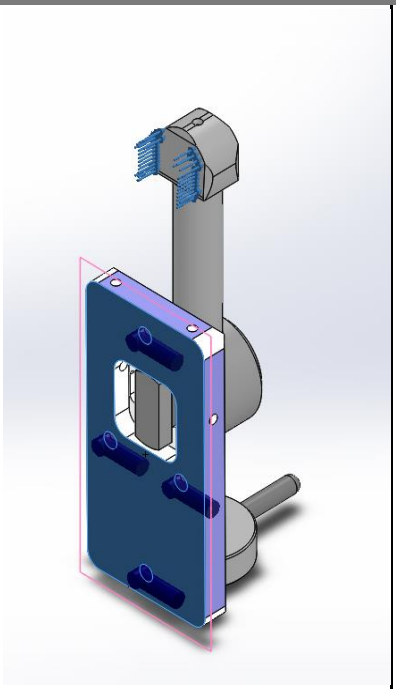
Свойства материала

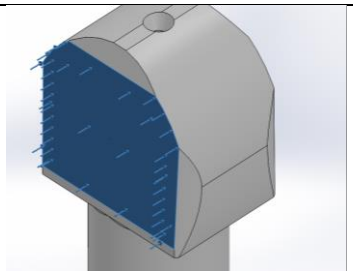
Ссылка на модель	**Свойства**
	Имя: Простая углеродистая сталь Тип модели: Линейный Упругий Изотропный Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises Предел текучести: 2.20594e+008 N/m^2 Предел прочности при растяжении: 3.99826e+008 N/m^2 Модуль упругости: 2.1e+011 N/m^2 Коэффициент Пуассона: 0.28 Массовая плотность: 7800 kg/m^3 Модуль сдвига: 7.9e+010 N/m^2 Коэффициент теплового расширения: 1.3e-005 /Kelvin

Нагрузки и крепления

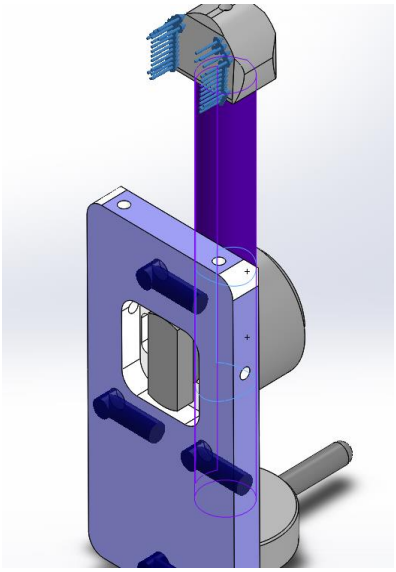
Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Фундаментный болт-1		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Болт основания) Диаметр головки: 16.5 mm Справочный: ПЛОСКОСТЬ1 Номинальный диаметр тела: 11 Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0 Модуль Юнга: 2.1e+011 Коэффициент Пуассона: 0.28 Единицы предварительной загрузки: N.m
Фундаментный болт-2		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость(и) Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Болт основания) Диаметр головки: 16.5 mm Справочный: ПЛОСКОСТЬ1 Номинальный диаметр тела: 11 Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0 Модуль Юнга: 2.1e+011 Коэффициент Пуассона: 0.28 Единицы предварительной загрузки: N.m

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Фундаментный болт-3		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость(и) Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Болт основания) Диаметр головки: 16.5 mm Справочный: ПЛОСКОСТЬ1 Номинальный диаметр тела: 11 Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0 Модуль Юнга: 2.1e+011 Коэффициент Пуассона: 0.28 Единицы предварительной загрузки: N.m
Фундаментный болт-4		Объекты: 1 кромки, 1 плоскость(и) Тип: Болт(Диаметр головки/гайки)(Болт основания) Диаметр головки: 16.5 mm Справочный: ПЛОСКОСТЬ1 Номинальный диаметр тела: 11 Предварительная нагрузка (Вращающий момент): 0 Модуль Юнга: 2.1e+011 Коэффициент Пуассона: 0.28 Единицы предварительной загрузки: N.m

Имя крепления	**Изображение крепления**	**Данные крепления**
Виртуальная стенка -1		Тип: Виртуальная стенка; Элементы: 1 грани, 1 плоскость; Тип стенки: Жестко» Осевая жесткость: 0(N/m)/m^2; Касательная жесткость: 0(N/m)/ m^2.

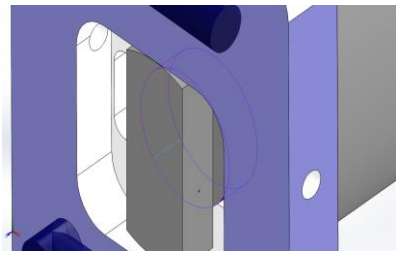
Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		**Объекты:** 1 грани **Тип:** Приложить нормальную силу **Значение:** 15000 N

Контакт 3D	**Изображение контакта**	**Свойства контакта**

Набор соприкасания-2		Тип: Контактная пара без проникновения; Элементы: 2 грани; Дополнительно: Узел с поверхностью.

Сила контакта/трения

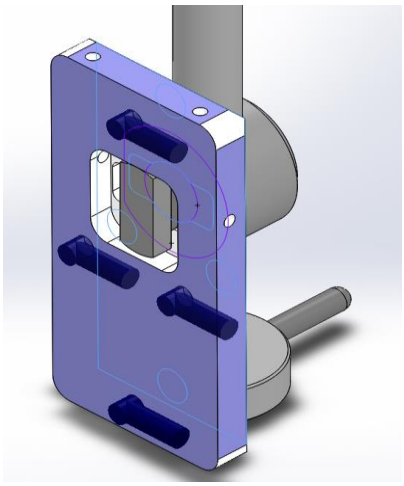
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила контакта(N)	-1.5632E-012	8.904E-014	1.5262E-011	1.5343E-011

Набор соприкасания-3		Тип: Контактная пара без проникновения Элементы: 2 грани; Дополнительно: Узел с поверхностью.

Сила контакта/трения

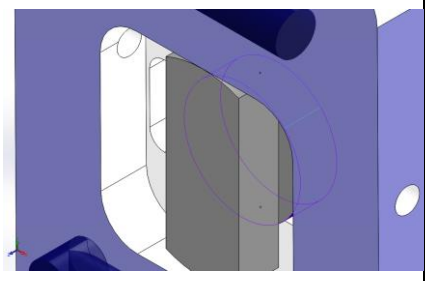
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая

Сила контакта(N)	-385.82	-13375	10781	17184

Набор соприкасания-4		Тип: Контактная пара без проникновения; Элементы: 2 грани; Дополнительно: Узел с поверхностью.

Сила контакта/трения

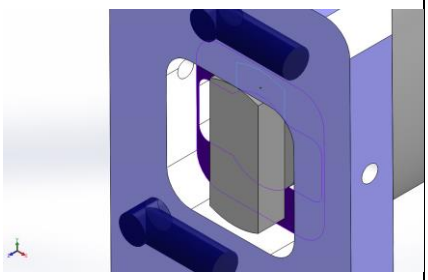
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила контакта(N)	74.111	135.52	-4.2959E-005	154.46

Набор соприкасания-5		Тип: Контактная пара без проникновения. Элементы: 2 грани. Дополнительно: Узел с поверхностью.

Сила контакта/трения

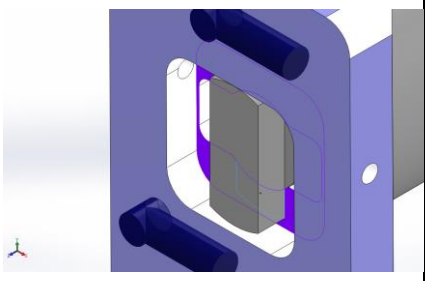
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая

Сила контакта(N)	385.57	13898	13975	19713

Набор соприкасания-6		Тип: Контактная пара без проникновения**;** Элементы: 2 грани; Дополнительно: Узел с поверхностью.

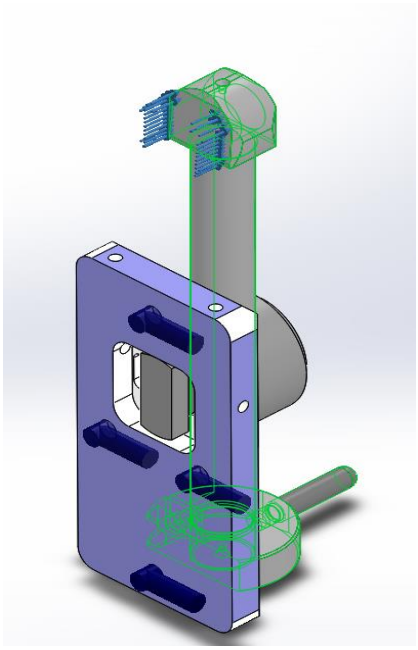
Сила контакта/трения

Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила контакта(N)	357.86	-3544.3	-19993	20308

Набор соприкасания-7		Тип: Контактная пара без проникновения; Элементы: 2 грани; Дополнительно: Узел с поверхностью.

Сила контакта/трения

Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила контакта(N)	459.92	13511	-48557	50403

Компонент соприкасания-1		Тип: Связанные; Компоненты: 3 Твердое тело; Параметры: Несовместимая сетка.

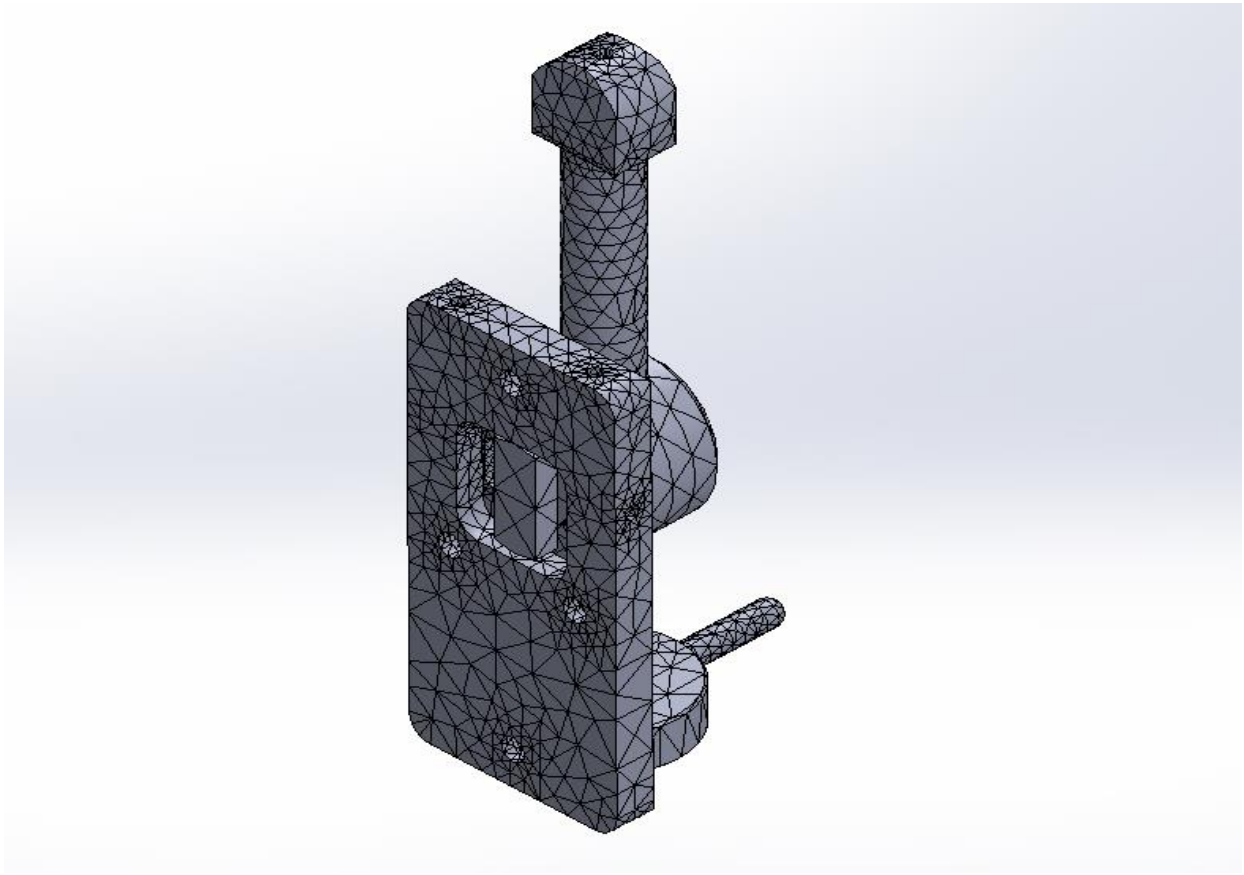
Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 Точки
Максимальный размер элемента	18.356 mm
Минимальный размер элемента	3.6712 mm
Качество сетки	Высокая

Информация о сетке - Детализация

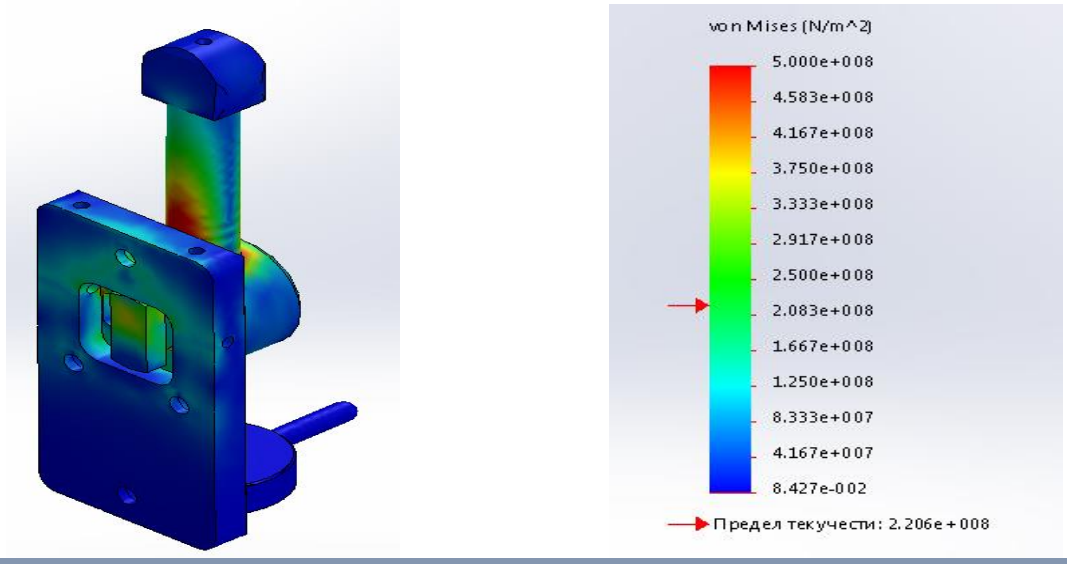
Всего узлов	32730
Всего элементов	19546

Максимальное соотношение сторон	268.6
% элементов с соотношением сторон < 3	90
% элементов с соотношением сторон > 10	0.767
% искаженных элементов (Якобиан)	0

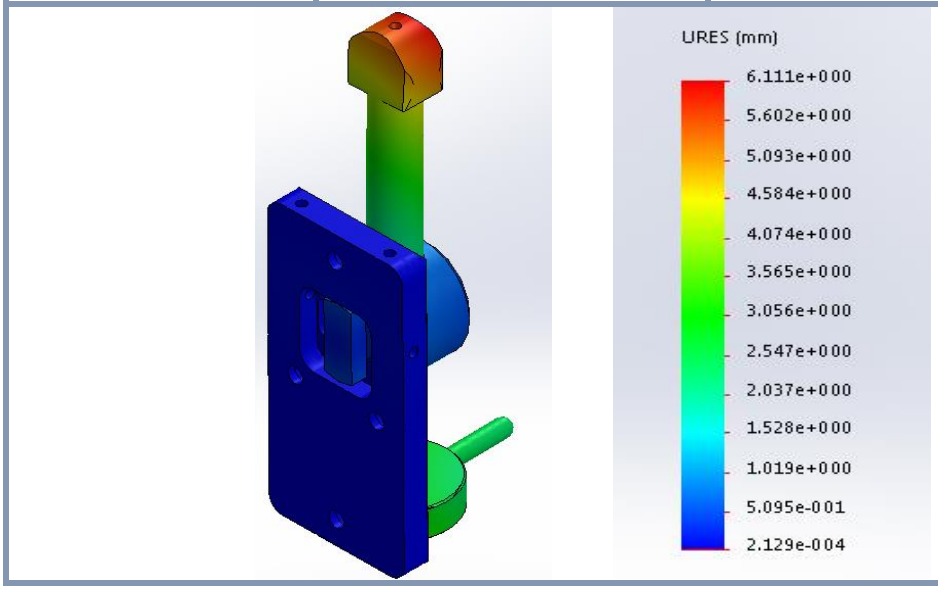


Результаты исследования

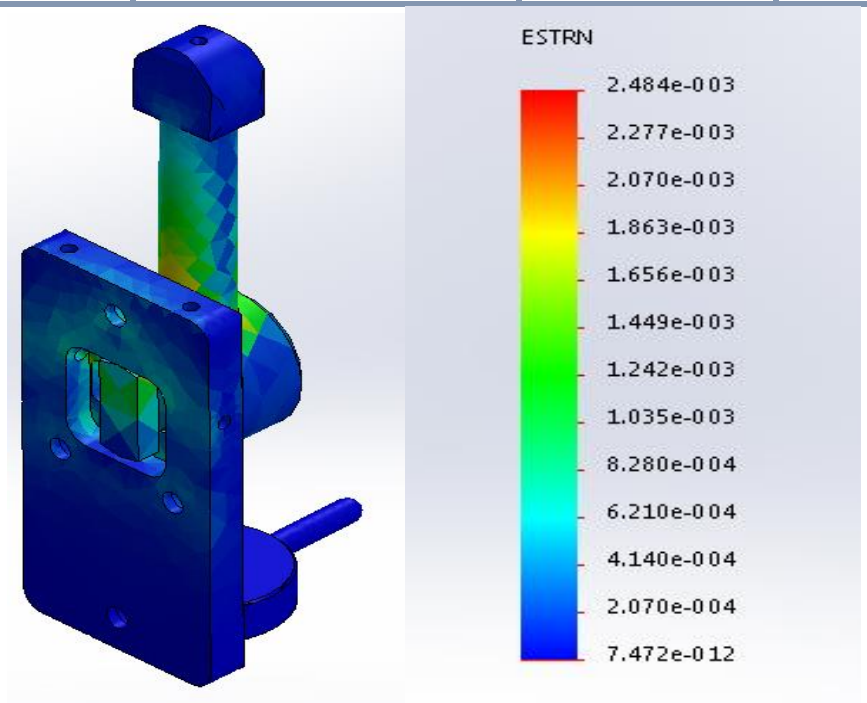
Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	1.86077 N/m^2 Узел: 19882	8.93475e+008 N/m^2 Узел: 2828



Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0.000212942 mm Узел: 7062	6.11146 mm Узел: 20564



Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	7.47188e-012 Элемент: 11624	0.00248403 Элемент: 17843



3.3.3 Расчет соленоида электромагнита

Расчёт выполнен в соответствии с ГОСТ 8.377-80 ГСИ. Материалы магнитомягкие. Методики выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик.

Распределение поля в соленоиде рассчитывается по формуле:

$$Hd(x)=\frac{ld\cdot W}{2\cdot L\cdot(Rdh-Rb)}\cdot\left[(l+x)\cdot ln\left[\frac{Rdh+\sqrt{Rdh^2+(1+x)^2}}{Rb+\sqrt{Rb^2+(1+x)^2}}\right]+(1-x)ln\left[\frac{Rdh+\sqrt{Rdh^2+(1-x)^2}}{Rb+\sqrt{Rb^2+(1-x)^2}}\right]\right];$$

Исходя из этого определяется:

- Длина намотки определяется по формуле:

$$l=\frac{L}{2};$$

- Диаметр провода в изоляции по формуле:

$$d_n(d) = d + 0.2 \cdot d;$$

- Наружный радиус обмотки соленоида по формуле:

$$R_H(d,n) = Rb + n \cdot dn(d);$$

- Площадь сечения стержня в соленоиде рассчитывается по формуле:

$$Sd = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

- Средний радиус намотки определяем по формуле:

$$R_{cp}(d,n) = (Rh(d,n) + Rb)/2;$$

- Длина среднего витка определяется по формуле:

$$lcp(d,n) = 2 \cdot \pi \cdot Rcp(d,n);$$

- Радиус наружного диаметра рассчитывается по формуле:

$$R(d,n) = \rho \cdot \frac{lcp(d,n)}{S(d)} \cdot W(d,n);$$

- Далее рассчитывается масса обмотки:

$$Wg(d,n) = \rho M \cdot \pi(Rh(d,n)^2 - Rb^2) \cdot L.$$

Произведем расчет соленоида применимого к конструкции скорректированного блокирующего узла замка и его техническим характеристикам, для этого определим следующие исходные данные:

- Длина стержня $L_0 = 0{,}09 = 90 \cdot 10^{-3}$ м;

- Диаметр стержня $D = 0{,}01 = 10 \cdot 10^{-3}$ м;

- Коэффициент размерности $K_3 = 0{,}7$;

- Плотность меди $p^M = 8900$ кг/м^3;

- Удельное сопротивление меди $p = 0.018 \cdot 10^{-3}$ (Ом*мм2)/м;

- Магнитная постоянная $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

Далее произведем расчет распределения поля в соленоиде по формуле;

$$Hd(x)=\frac{ld\cdot W}{2\cdot L\cdot(Rdh-Rb)}\cdot\left[(l+x)\cdot ln\left[\frac{Rdh+\sqrt{Rdh^2+(1+x)^2}}{Rb+\sqrt{Rb^2+(1+x)^2}}\right]+(1-x)ln\left[\frac{Rdh+\sqrt{Rdh^2+(1-x)^2}}{Rb+\sqrt{Rb^2+(1-x)^2}}\right]\right];$$

Полученные результаты приведены в графике см. рис. 17.

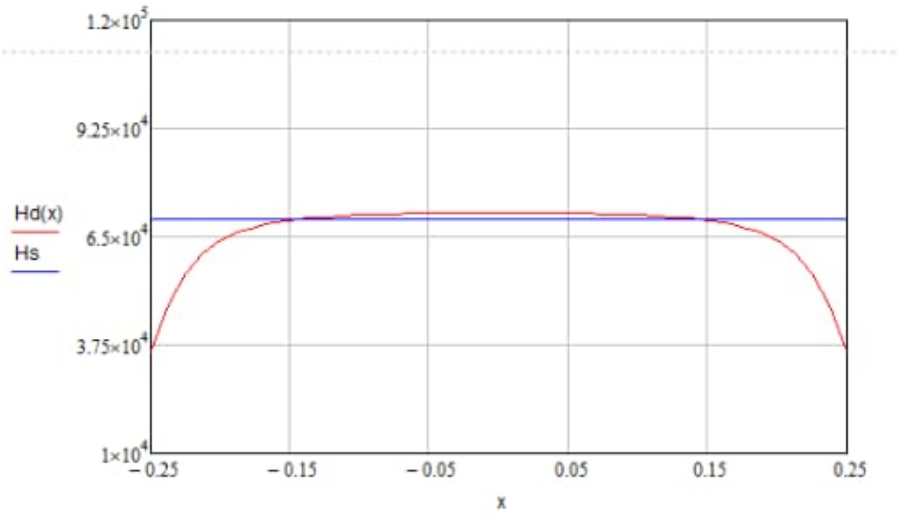


Рисунок 17 – Усилие магнитного поля в соленоиде

Вывод

В результате выполнения работы было произведен статичный расчёт основных узлов скорректированного изделия, а также выполнен расчёт соленоида необходимого для установки в блокирующий узел запирающего устройства.

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Описание конструкции, назначение детали и анализ технологической конструкции детали.

Деталь, представленная для проектирования, является – накладка, применяющиеся для крепления замка электромеханического запирающего устройства. Назначение детали позволяет судить о ее эксплуатационных условиях т.е препятствует силовому воздействию на замок, а так же выполняет условия параллельности плоскостей крепления и позиционирование крепежных отверстий.

Накладка имеет уступ, паз, карман, 4 резьбовых отверстий, 4 сквозных гладких отверстий с цековкой. Чертеж детали приведен в Приложении В.

Наиболее важным критерием является точное выполнение расположения резьбовых и гладких отверстий.

Форма детали позволяет использовать удобную близкую по форме заготовку. Обработка детали осуществляется в 2 установа. Открытые поверхности и отверстия возможно обработать стандартными инструментами.

Все операции по обработке детали могут выполняться на стандартном оборудовании.

4.2 Выбор способа изготовления заготовки и плана обработки детали.

Для изготовления заготовки применяется механическая обработка заготовки вырезанная кислородной резкой с последующей механической обработкой. Размеры припусков устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12169 («Заготовки стальные, вырезаемые кислородной резкой. Припуски»).

Сортамент и материал заготовки согласно чертежу: $\text{лист}\frac{\text{20 ГОСТ 19903–74}}{\text{09Г2С ГОСТ 19281–2014}}$. Габаритные размеры детали $191_{-0,46}$x$100_{-0,54}$x20

исходя из таблицы 1 ГОСТ 12169 принимаем необходимый размер заготовки 200_{-2}x110_{-2}x20.

Технологический процесс обработки детали предусматривает несколько стадий. Если рассматривать данный процесс в укрупненном плане, то необходимо выделить черновую обработку и чистовую. Каждая из этих стадий разбивается на необходимое количество технологических операций.

Можно предложить следующий порядок операций:

1. Заготовительная (кислородная резка);
2. Слесарная;
3. Фрезерная (Консольно-фрезерный широкоуниверсальный станок);
4. Слесарная;
5. Фрезерная (Консольный вертикально-фрезерный станок);
6. Слесарная;
7. Прием ОТК.

В соответствии с порядком операции можно предложить следующий технологический маршрут обработки (см. табл.).

Таблица – План обработки детали

№	Наименование операции или перехода	Норма времени
1	Заготовительная	$t_{\text{шт}} = 2$ мин. 16 сек.
1.1	Положить соответствующий спецификации лист на стол для резки	$t_0 = 10$ сек.
1.2	Резать лист на заготовки по соответствующей программе	$t_{\text{шт}} = 2$ мин. 6 сек.
2	Слесарная	$t_{\text{шт}} = 5$ мин.
2.1	Отбить шлак, грат, наплывы металла, снять заусенцы	$t_{\text{шт}} = 5$ мин.
3	Фрезерная	$t_{\text{шт}} = 13$ мин. 19 сек.
3.1	Установить, закрепить деталь-заготовку	$t_{\text{шт}} = 2$ мин.

№	Наименование операции или перехода	Норма времени
3.2	Фрезеровать заготовку по контуру	$t_{\text{о}} = 5$ мин. 12 сек.
3.3	Фрезеровать 4 радиуса	$t_{\text{шт}} = 3$ мин. 46 сек.
3.4	Снять заготовку	$t_{\text{о}} = 13$ сек.
3.5	Фрезеровать плоскости как чисто	$t_{\text{о}} = 2$ мин. 08 сек.
4	Слесарная	$t_{\text{о}} = 4$ мин.
4.1	Зачистить заусенцы	$t_{\text{о}} = 4$ мин.
5	Фрезерная	$t_{\text{о}} = 34$ мин. 53 сек.
5.1	Установить и закрепить заготовку на поворотном столе	$t_{\text{о}} = 2$ мин.
5.2	Сверлить отверстие ø20 выдержав размеры согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 5$ мин. 52 сек.
5.3	Сверлить отверстие ø2 согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 2$ мин. 36 сек.
5.4	Фрезеровать выборку выдержав размеры 86, R16 согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 10$ мин. 47 сек.
5,5	Фрезеровать выборку выдержав размеры 96 и 9 согласно чертежу	
5.6	Сверлить 4 отверстия ø8,5, выдержав линейные размеры согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 2$ мин. 18 сек.
5.7	Сверлить 4 отверстия ø17,5, выдержав линейные размеры согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 3$ мин. 11 сек.
5,8	Переустановить и закрепить на поворотном столе прихватами	$t_{\text{о}} = 3$ мин. 15 сек.
5.9	Цековать 4 отверстия ø21, выдержав размер 5,5 согласно чертежу	$t_{\text{о}} = 4$ мин. 54 сек.
6	Слесарная	$t_{\text{шт}} = 3$ мин.

№	Наименование операции или перехода	Норма времени
6.1	Зачистить заусенцы после фрезерования согласно чертежу	$t_{\text{шт}} = 3$ мин.
7	Прием ОТК	$t_{\text{шт}} = 12$ мин.
7.1	Проверить деталь на соответствие конструкторской документации	$t_{\text{шт}} = 12$ мин.

Нормы времени в таблице приведены округленно. Для каждого перехода приведено только основное время операции и вспомогательное. Для каждой операции приведено полное время, т.е. время с учетом подготовительно-заключительных и контрольных операций, а так же регламентированных перерывов.

4.3 Выбор типа производства и формы организации технологического процесса

Для технологического проекта использован — расчет коэффициента загрузки оборудования (для расчета времени, необх. для загрузки)).

$$K_{об} = \frac{t_{шт.ср} N}{F_q n}; \quad (4.1)$$

Где: $t_{шт.ср}$ — средняя норма времени на операции (3,7 мин);N — годовая программа выпуска (150 шт.); F_q— годовой действительный фонд времени (4015 часов); n — коэффициент загрузки каждого рабочего места (0,75).

В результате расчета $K_{об} = 0{,}184$, т.е. полученное значение соответствует мелкосерийному производству.

Для использования в промышленности целесообразно в условиях мелкого производства выбрать групповую форму организации, где производится группирование станочного оборудования по видам обработки.

В результате группировки получается пять участков: заготовительный, фрезерный, обрабатывающий центр, слесарный, участок приемки ОТК.

4.4 Выбор оборудования

Выбранные металлорежущие станки предложены в таблице 34.

Таблица 34 – Выбранные металлорежущие станки.

Операция	Наименование операции	Станок	Основные технические характеристики станка
1	Заготовительная	Установка плазменной резки «VANAD ARENA»	Толщина листа под резку плазмой: 1-60 мм.; Максимальная обслуживаемая площадь: от 1700х3500 мм. до 3200х21000 мм.; Точность позиционирования не более ±0,25 мм.; Операционная скорость: 17 м/мин.
2	Фрезерная	Широкоуниверсальный фрезерный станок 6Т82Ш	Размеры рабочей поверхности стола: 1250х320 мм.; Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности стола: 30-450 мм.; Пределы частот вращения шпинделя: 131,5-1600 об/мин$^{-1}$

Операция	Наименование операции	Станок	Основные технические характеристики станка
3	Фрезерная	Консольно-фрезерный станок ОФ-55	Размер вертикального стола: 250х630 мм; Максимальная масса обрабатываемой детали: 100 кг.; Размер горизонтального стола: 250х800 мм.; Мах крутящий момент шпинделя: 120 Нм.

Внешний вид фрезерного обрабатывающего центра 6Т82Ш приведен на рис. ?.

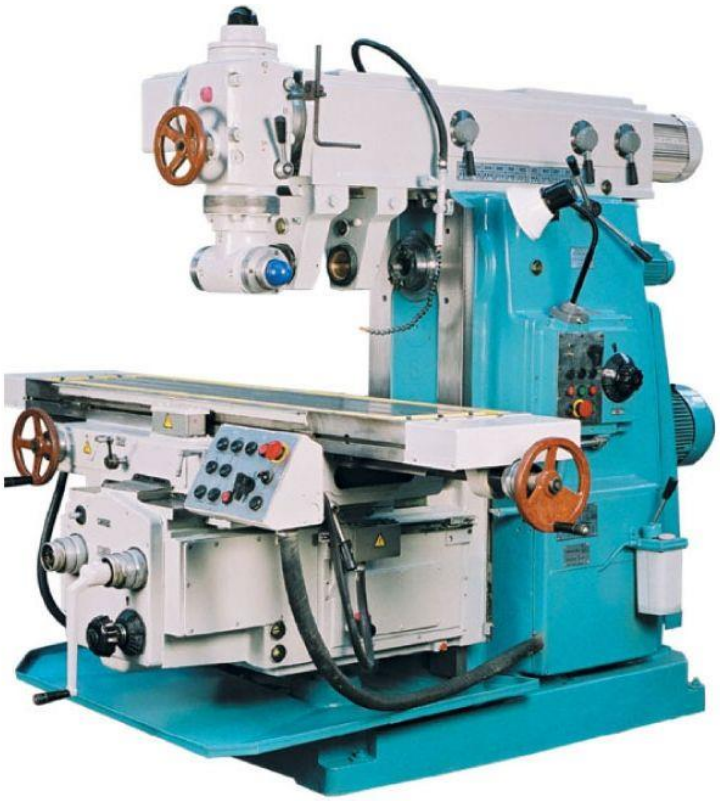


Рисунок 18 – Фрезерный обрабатывающий центр 6Т82Ш

4.5 Техническое нормирование времени операции

Техническое нормирование времени операций можно выполнить расчетно-аналитическим методом. В нашем случае, в мелкосерийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени [1]:

$$T_{шт.к} = T_о + T_в + T_{тех} + T_{орг} + T_п + T_{п.з}; \quad (4.2)$$

Где:

$T_о$ – Основное (машинное) время, вычисляемое как отношение длины рабочего хода инструмента к подаче (в минутах) его перемещения;

$T_в$ – Вспомогательное время, включает в себя продолжительность всех вспомогательных ходов инструмента, включений, переключений станка, установки и снятия заготовки;

$T_{тех}$ – Вспомогательное время, включает в себя продолжительность всех вспомогательных ходов инструмента, включений, переключений станка, установки и снятия заготовки, оно рассчитывается по формуле:

$$T_{тех} = 0{,}06(T_о + T_в); \quad (4.3)$$

$T_{орг}$ - Время организационного обслуживания, определяется формулой:

$$T_{орг} = 0{,}06(T_о + T_в); \quad (4.4)$$

$T_п$ - Время регламентированных перерывов, находится по формуле:

$$T_п = 0{,}025(T_о + T_в); \quad (4.5)$$

$T_{п.з}$ - Подготовительно-заключительное время рассчитывается по формуле:

$$T_{п.з} = \frac{60}{p} = a\frac{60}{N}; \quad (4.6)$$

Где: p - размер партии; N - годовая норма выпуска; a –количество запусков партии в течении года. Применимо к нашему определенному случаю:

$$\mathrm{T}_{\text{п.з}} = a\frac{60}{N} = 3\frac{60}{150} = 1{,}2 \text{ мин;} \qquad (4.7)$$

Вывод

В результате выполнения работы был разработан технологический процесс изготовления детали входящей в состав устройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР была переработана конструкция электромеханического запирающего устройства и выполнен расчёт ответственных узлов изделия. Представлен технологический процесс изготовления детали, входящей в состав запирающего устройства.

Приведенная конструкция при использовании в воротной системе с использованием СКУД позволяет повысить автоматизацию процесса и улучшить показатели как пропускной способности, так и увеличить безопасность воротных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 52551-2006 Системы охраны и безопасности. Термины и определения.

2. Журнал «Атомиум» № 1 (5), 2003, с. 78 – 83.

3. Звежинский С. С. Проблема выбора периметровых средств обнаружения. БДИ № 5(45), 2002.

4. Оленин Ю.А. Проблемы комплексного обеспечения охранно-территориальной безопасности и физической защиты особо важных объектов Российской Федерации//Проблемы объектовой охраны//Сб. научных трудов, Пенза, 2000, Вып. 1, с. 8.

5. Hant A.R. Detection and assessment requirements definition for the ICBM physical security system // Proceedings Carnahan conference on security technology.-Lexington: Univ. of Kentucky.-1985. UKY BU137. P.104-109.

6. Allen R.L. et al. Buried line sensor evaluation for BISS // Proc. Carnahan conf. on crime countermeasures.-Lexington: Univ.of Kentucky.-1974.- UKY BU105.- P.9 -21.

7. Slinn T. Perimeter defence // Defence.-Redhill.-UK.- 1986.- June.- P.279 -284.

8. McGhee T. Exterior intrusion detection // www.southwestmicrowave.com/ssd/sectech/eid101.htm

9. Ларин А.И., Звежинский С.С. Заграждение как элемент комплекса технических средств охраны периметра // Современные технологии безопасности. -Апрель/Июнь.-№1.-2002г.-С.14-17.

10. Свирский Ю.К. Рынок периметровых средств охранной сигнализации на пороге третьего тысячелетия // Системы безопасности средств связи.-2000.-№38.-С.26-30.

11. Давыдов Ю.Л., Кузьмичев В.В. Средства и системы для защиты периметров объектов // Системы безопасности средств связи.-1999.- № 2.- С.32-36.

12. Введенский Б.С. Оборудование для охраны периметров. М.- «Мир безопасности».-2002.-112 с.

13. Петровский Н.П., Пинчук Г.Н. Периметровые технические средства обнаружения нарушителей: особенности выбора // Системы безопасности средств связи.-2000.-№1.-С.50-55.

14. Netzer G. A generic model for cooperative border security// SANDIA Report SAND98-0505-7.-1998.

15. Звежинский С.С., Ларин А.И. Периметровые маскируемые магнитометрические средства обнаружения // Специальная Техника.-2001.-№4.- С.8-14.

Максимов С. В., Протасова С. В. T-Flex CAD. Начальный курс: учебник. – Северодвинск, 2011. – 215 с.

16. Бунаков, П.Ю. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 208 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1327 – Загл. с экрана.

17. Вальков В.М. Автоматизированные системы управления технологическими процессам: учебник. – Л.: Машиностроение, 2009. – 240 с.

18. Ваньшин А.И., Печников А.Ф. Расчет червячных передач. Методические указания для студентов всех специальностей. – СПб.: Недра, 2011 – 28 с.

19. Голубовский В.В. Технологические особенности процесса сборки соединений с натягом: периодическое научное издание. Машиностроение. – Выпуск №02 (24), 2015. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2015. – 115 – 118 с.

20. Голубовский В.В. Определение технологических режимов сборочного процесса: периодическое научное издание. Машиностроение. – Выпуск №02 (24), 2015. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2015. – 169 – 172 с.

21. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание,

стереотипное. Перепечатка с четвёртого издания – М.: ООО ИД «Альянс». 2007. – 256 с.

22. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. – М.: Изд во стандартов «Стандартинформ» , 1969 – 60 с.

23. ГОСТ 12169-1982. Заготовки стальные, вырезаемые кислородной резкой. .– Введ. 1982. – М.: Изд-во стандартов, 1982 – 7 с.

24. ГОСТ 12.2.007.0-1975. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – Введ. 1975. – М.: Изд-во стандартов ССБТ, 1975 – 12 с.

25. ГОСТ 14792-1980. Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза.– Введ. 1980. – М.: Изд-во стандартов, 1980 – 5 с.

26. ГОСТ 19036-1994. Передачи червячные цилиндрические. Исходный червяк и исходный производящий червяк. – Введ. 1994. – М.: Изд-во стандартов, 1994 – 8 с.

27.ГОСТ 19091-2012. Замки, защелки, механизмы цилиндровые. Методы испытаний. – М.: Изд во стандартов , 2012 – 25 с.

28. ГОСТ 19650-1997. Передачи червячные цилиндрические.– Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997 – 12 с.