

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

Автоматическое электромоторное запирающее устройство

ПГУ 15.04.05.06.00.00 ПЗ

(обозначение ВКР)

Студент гр. 18ММм2

(подпись, дата)

Кузнецов И.И.

(фамилия, инициалы)

Научный руководитель

(подпись, дата)

Шаралапов А.Е.

(фамилия, инициалы)

Нормоконтролер

(подпись, дата)

Большаков Г.С.

(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 28.06.20 № 3)

Секретарь ГЭК

(подпись)

Истомина Ю.В.

(фамилия, инициалы)

Пенза 2020

«Утверждаю»

AS

Заведующий кафедрой КПО 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»

Кузнецов Иван Иванович

2. Научный руководитель магистерской диссертации

Доцент кафедры АСБ Шаралапов А.Е.

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

4. Место преддипломной практики ФГБОУ ВО «ПГУ»

5. Тема магистерской диссертации

Автоматическое электромоторное 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 автоматическое электромоторное запирающее устройство с улучшенными разработкой конструкции электромоторного запирающего устройства накладного типа предназначенного для установки на откатные, распашные и раздвижные ворота.

7. Объем и содержание основной части работы

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

1 Патентный анализ использования запирающих устройств как средств технической защиты

2 Анализ особенностей функционирования разработанного автоматического электромоторного запирающего устройства

3 Расчеты прочностной и червячной передачи редуктора

4 Разработка технологического процесса детали «Накладка» на станке с ЧПУ

7.2. Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

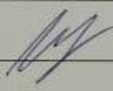
Основные типы замков по конструктивному исполнению

Актуальность и цель автоматического электромоторного запирающего устройства

Принцип работы автоматического электромоторного запирающего устройства
Схема работы автоматического электромоторного запирающего устройства
Общая информация про автоматическое электромоторное запирающее устройство
Параметры и характеристики автоматического электромоторного запирающего устройства

8. Особые требования по выполнению разделов:

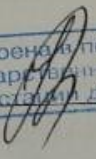
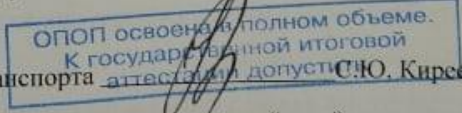
9. Календарный график выполнения магистерской диссертации

Наименование этапов работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя
Анализ использования запирающих устройств	10	10.06.20	
Анализ особенностей функционирования автоматического электромоторного запирающего устройства	15	12.06.20	
Расчеты прочностной и червячной передачи	15	13.06.20	
Разработка технологического процесса изготовления детали	20	20.06.20	
Оформление пояснительной записки	25	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

Декан Факультета машиностроения и транспорта   С.Ю. Киреев
 « » 2020 г.

Содержание

Введение.....	8
1 ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПИРАЮЩИХ УСТРОЙСТВ КАК СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕЙКОЙ ЗАЩИТЫ.....	11
1.1 Основы классификации запирающих устройств.....	11
1.2 Современные проблемы развития отечественного и зарубежного рынка запирающих устройств.....	22
1.3 Особенности охраняемых объектов.....	27
1.4 Основные модели нарушителей.....	31
1.5 Обоснование выбора запирающих устройств в зависимости от их эксплуатационных и технических характеристик.....	34
1.6 Конструктивные особенности электромоторных запирающих устройств.....	38
2 АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАЗРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОМОТОРНОГО ЗАПИРАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА.....	40
2.1 Назначение устройства.....	40
2.2 Технические требования к разработанному устройству.....	41
2.3 Состав разработанного запирающего устройства.....	43
2.4 Описание устройства и его работа.....	44
2.5 Параметры червячной передачи для запирающего устройства.....	47
.....	
3 РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТНОЙ И ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ РЕДУКТОРА.....	53
3.1 Расчет геометрических параметров червячной передачи.....	53

3.2 Прочностной расчет червячной передачи на вандалоустойчивость.....	57
3.3 Прочностной расчет червячной передачи в штатном режиме.....	58
.....	
4 РАЗАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЕТАЛИ «НАКЛАДКА» НА СТАНКЕ С ЧПУ.....	61
4.1 Описание конструкции, назначение детали и анализ технологичности конструкции детали «Накладка» на станке с ЧПУ.....	61
4.2 Выбор способа изготовления заготовки и плана обработки детали.....	61
4.3 Выбор типа производства и формы организации технологического процесса.....	64
4.4 Выбор оборудования и режущих инструментов.....	65
4.5 Выбор приспособлений.....	68
4.6 Выбор средств измерений и контроля размеров.....	69
4.7 Техническое нормирование времени операций.....	71
4.8 Программирование станка с ЧПУ.....	72
Список использованных источников.....	76

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 78 листов А4, 20 рисунков, 8 таблиц, 35 используемых источников.

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

Объектом разработки является электромоторное запирающее устройство.

Цель работы – разработать конструкцию электромоторного запирающего устройства накладного типа, предназначенного для установки на откатные, распашные и раздвижные ворота.

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

В результате проведённой работы предложена конструкция электромоторного запирающего устройства.

Степень внедрения – электромоторное запирающее устройство может эксплуатироваться практически на любых подвижных периметровых средствах ограждения.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

k – коэффициент, характеризующий эффективность использованных средств;

a_w – межосевое расстояние, мм;

Z_1 – число витков червяка;

Z_2 – число зубьев зубчатого колеса;

q – коэффициент диаметра червяка;

a_n – угол профиля в нормальном сечении червяка, °;

x – коэффициент смещения;

γ – делительный угол поворота, Рад;

γ_w – начальный угол поворота, Рад;

c^*_1 – коэффициент радиального зазора у поверхности впадин червяка;

h^*_1 – коэффициент высоты витка;

h^*_{a1} – коэффициент высоты головки витка;

h^*_{f1} – коэффициент высоты ножки витка;

h^*_{l1} – коэффициент граничной высоты витка;

h^*_w – коэффициент глубины захода;

S^* – коэффициент расчетной толщины витка;

ρ^*_{f1} – коэффициент радиуса кривизны переходной кривой;

h^*_w – коэффициент глубины захода;

a_x – угол профиля в осевом сечении червяка, Рад;

x_{min} – минимальное значение смещения коэффициента смещения червяка;

x_{max} – максимальное значение смещения коэффициента смещения червяка;

γ_b – основной угол поворота, Рад;

d_b – основной диаметр червяка, мм;

d_1 – делительный диаметр червяка, мм;

d_2 – делительный диаметр червячного колеса, мм;

d_{w1} – начальный диаметр червяка, мм;

h_1 – высота витка червяка, мм;

h_{a1} – высота головки витка червяка, мм;

d_{a1} – диаметр витков червяка, мм;

d_{a2} – диаметр вершин зубчатого червячного, мм;

d_{ae2} – наибольший диаметр червячного колеса, мм;

ρ_{f1} – радиус кривизны переходной кривой червяка, мм;

b_1 – длина нарезной части червяка, мм;

b_2 – ширина венца зубчатого колеса, мм;

r_k – радиус выемки, мм;

m – модуль.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-техническая укрепленность объекта представляет собой совокупность прочностных характеристик и свойств конструктивных элементов зданий, помещений и ограждения охраняемых территорий, обеспечивающих необходимое противодействие несанкционированному проникновению в охраняемую зону, взлому и другим преступным посягательствам [31].

Средства инженерно-технической укрепленности объекта представляют собой совокупность мер предназначенных для защиты объекта и находящихся на нем людей путем создания физической преграды несанкционированным действиям нарушителя в отношении объекта и его персонала [31].

Защита периметра является особо важным элементом комплекса мер безопасности, как для объектов ядерно-оружейного комплекса, включая атомные электростанции, так и для нефтеперерабатывающих предприятий и нефтяных терминалов, предприятий химического производства, аэропортов, теплоэнергетических и гидроэнергетических станций, объектов вневедомственной охраны, объектов военно-промышленного комплекса и т.д.

К одним из средств инженерно-технических укреплений относятся замки и запирающие устройства (далее по тексту ЗУ, устройство).

Двери, ворота, люки, ставни, жалюзи и решетки являются надежной защитой только в том случае, когда на них установлены соответствующие по классу ЗУ.

Устройства должны обладать достаточной прочностью, иметь необходимый запас безотказной работы, обладать эргономическими показателями, позволяющие пользователям эксплуатировать их без ограничений [18].

Основное предназначение ЗУ – препятствовать доступ посторонних лиц к объекту защиты.

За последние годы производилась большая номенклатура запирающих устройств [30]:

- механических врезных, накладных и навесных замков для дверей помещений, ворот зданий и территорий, для дверей сейфов и приборных шкафов, крышек пультов управления и люков;

- электромеханических замков для дверей помещений и ворот;
- электромагнитных замков;
- одноразовых запорно-пломбировочных устройств различного назначения;
- моторных замков;
- замки соленоидного типа;
- иных оригинальных замков.

Однако установленный на защитной конструкции ЗУ, обладая определенными охранными свойствами, не может в полной мере решить задачу по защите охраняемого пространства. Эта задача может быть решена применением как единого целого защитной конструкции с вмонтированным в нее ЗУ, в которой предусмотрена защита самого устройства в виде специальных накладок, закаленных пластин и т.д. [18].

Одними из таких конструкций являются откатные, раздвижные и распашные ворота. На сегодняшний день все больше внимание направленно на ворота управляемыми при помощи электропривода, что автоматизирует процесс перемещения ворот. Такие заграждения объединяются в комплексы состоящих как из самих ворот, средств их перемещения, системы СКУД и запирающего устройства.

Разнообразие условий эксплуатации делают практически невозможным использование одного типа комплекса. Выбор наиболее оптимального определяется конфигурацией и конструкцией периметра, климатическими условиями эксплуатации, требуемым прочностным характеристикам, видом охраняемого объекта, наличием и размерами охраняемой зоны, возможностями нарушителя преодолении периметра, характером внешних воздействующих факторов, а так же классом установленной защиты определяемыми нормативными документами.

Таким образом качество инженерно-технических средств укрепления в значительной мере определяется тем какие средства физической защиты установлены на периметре объекта.

1 ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПИРАЮЩИХ УСТРОЙСТВ КАК СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

1.1 Основы классификации запирающих устройств

В нынешних условиях сложной криминогенной обстановки в мире и Российской Федерации вопросы обеспечения безопасности промышленных объектов приобретают особую актуальность. Определенную опасность для крупных промышленных объектов представляют злоумышленные несанкционированные действия физических лиц (нарушителей): террористов, преступников и недобросовестных конкурентов. Результаты их действий непредсказуемы: от хищения имущества и финансовой документации, до создания чрезвычайной ситуации на объекте (пожар, разрушение, затопление, авария и т.п.).

Любые средства физической защиты предназначены для создания препятствий на пути движения злоумышленников. К таким средствам относят: механические, электромеханические, электронные, электронно-оптические, радио – и радиотехнические и другие устройства, для воспреещения несанкционированного доступа (входа, выхода), проноса (выноса) средств и материалов, и других возможных видов преступных действий [22].

Система физической защиты представляет собой совокупность технических средств и сил охраны, реализующих выполнение мероприятий, направленных [22]:

- на субъект угрозы с целью его физической нейтрализации;
- объект охраны с целью повышения его резистивных свойств противостоять угрожающим воздействиям;
- физическую среду, разделяющую субъект угрозы и объект охраны, с целью замедления (задержки) и ослабления угрожающих воздействий.

ЗУ занимают особое место в системах ограничения доступа, поскольку они несут в себе признаки как систем физической защиты, так и устройств контроля доступа.

В общем, ЗУ по отношению к охраняемому объекту можно разделить на два типа: устройства в составе защитной конструкции препятствующие доступ нарушителя на охраняемую территорию и устройства в составе защитной

конструкции препятствующие доступ с охраняемой территории.

Каждый периметр охраняемой зоны содержит подвижные ограждающие конструкции, предназначенные для обеспечения функциональной связи между двумя смежными пространствами (помещениями, территориями). Такими конструкциями являются калитки, двери, люки, откатные и распашные ворота и т.д.

Такие ограждающие конструкции встречаются как в помещениях, так и во внешнем периметре, предназначенные для эксплуатации на открытом воздухе. Практически каждый из таких элементов конструкций содержит в себе ЗУ.

Отличие ЗУ предназначенных для установки в помещении, от ЗУ предназначенных для установки на открытом воздухе в основном заключаются в обеспечении:

- работоспособности при рабочем температурном диапазоне;
- необходимой защиты от воздействия внешней среды.

Эти причины обуславливают большую сложность и появление новых условий, при проектировании новых инженерно-технических средств укреплённости объекта.

По конструктивному исполнению ЗУ делятся на:

- врезные;
- навесные;
- накладные.

Врезные ЗУ (см. рис. 1.1), одни из самых популярных, они монтируются непосредственно внутри полотна створки калитки (двери, ворот), не нарушая его внешний вид. Их недостатками являются:

- сложность монтажа непосредственно на объекте;
- сложность выбора универсального устройства при использовании разных толщин полотна;
- усложнение демонтажа при отказе работоспособности устройства;
- малое расстояние перемещение для регулировки при смещении створки;
- сравнительно небольшие прочностные характеристики;
- механизм находится близко к наружной поверхности дверного полотна.

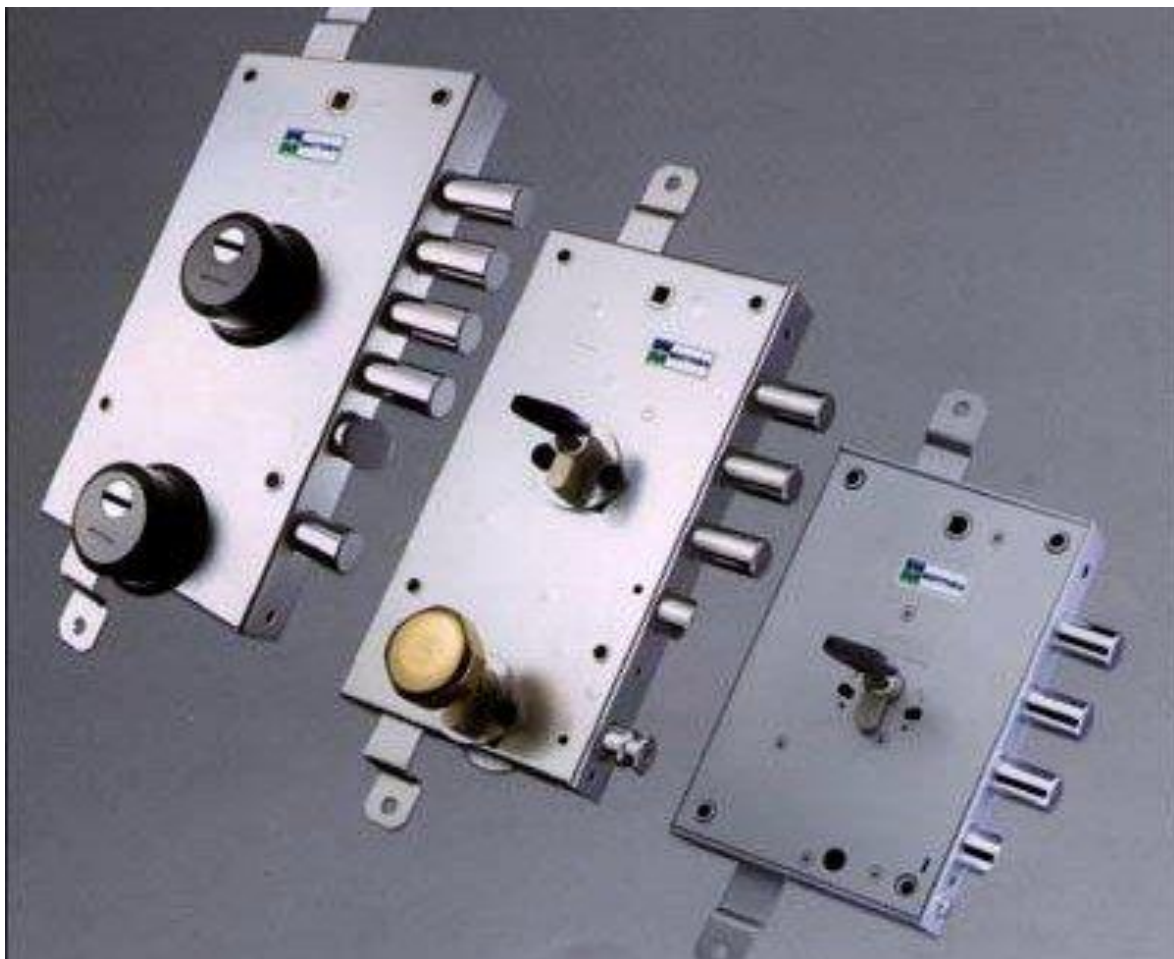


Рисунок 1.1 – Врезные запирающие устройства

Навесные ЗУ (см. рис. 1.2) – устройства, которые для целей запирания навешиваются на запорные элементы, установленные на подвижной и неподвижной частях запираемой конструкции, находятся на внешней стороне запираемой конструкции и полностью открыты для пользователя. Этот вариант является одним из простейших способов защиты. Он прост в обращении, легко устанавливается и меняется, универсален при использовании различных створок ворот. В основном он используется для запирания неответственных помещений.



Рисунок 1.2 – Навесное запирающее устройство

Одним из главных недостатков такой конструкции являются:

- простота взлома с использованием подручных средств;
- зачастую прочность механического воздействия дужек значительно больше прочностных характеристик самих проушин;
- сложность обеспечения автоматизации процесса запираения/ отпираения ЗУ.

И наконец, накладные ЗУ (см. рис. 1.3) устанавливающиеся непосредственно с внутренней стороны охраняемой зоны, поэтому механизм находится в удалении от наружной плоскости створки.

Рисунок 1.3 – Накладное запирающее устройство

Особенностью такой конструкции являются:

- простота в монтаже и демонтаже устройства;
 - удаление ригеля, механизма секрета и всего устройства в целом от наружной плоскости створки;
 - большая степень свободы при выборе габаритных размеров устройства и его механизма;
- возможность увеличения прочностных характеристик устройства.

Недостатками такой конструкции, заключается зачастую в его массивном исполнении, в особенности при назначении такого устройства на подвижные ограждающие конструкции.

На сегодняшний день все больше на защитных периметрах используются системы контроля и управления доступом. ЗУ для систем контроля и управления доступом (СКУД) являются устройства, которые монтируются на (или в) створках ограждающих конструкций, в качестве дистанционно управляемых запорных механизмов. Как правило, современный рынок средств инженерно-технической защиты периметра делит эти устройства на следующие виды:

- электромагнитные запирающие устройства;
- запирающие устройства соленоидного типа;
- электромеханические защелки;
- электромеханические запирающие устройства;
- электромоторные запирающие устройства.

Электромагнитные ЗУ (см. рис. 1.4) – одни из самых популярных видов. Рекомендуется к применению пожарным надзором во всех странах СНГ. В связи отсутствием движущихся запчастей, крайне редко выходит из строя. Для обеспечения работоспособности в конструкции используют электромагниты.



Рисунок 1.4 – Электромагнитное запирающее устройство

Такая конструкция обладает следующими достоинствами:

- продолжительный срок службы;
- отлично справляется с обязанностями в местах с высокой интенсивностью прохода;
- отсутствие цилиндрического механизма;
- сложность вскрытия способами минимального и значительного разрушения по ГОСТ 5089;
- широкий диапазон условий эксплуатации.

Недостатками электромагнитных ЗУ являются:

- для нормальной работы требует на дверях (калитках) наличия доводчика;
- в случае отключения электропитания устройство перестает быть работоспособным и разблокирует/открывает створки ограждающих конструкций;
- эффективность устройства резко падает при деформации или многочисленных царапинах на контактных пластинах.

ЗУ соленоидного типа (см. рис. 1.5), представляют собой устройства, которые в качестве основного исполнительного механизма используют соленоид (электромагнитную катушку). Такие устройства в отличие от электромагнитных работают при кратковременной подаче электропитания и могут использоваться совместно с аккумуляторами для использования в аварийных целях. На рынке предлагаются как нормально открытые, так и нормально закрытые модели.



Рисунок 1.5 – Запирающее устройство соленоидного типа

Основными достоинствами такой конструкции являются:

- малые габаритные размеры устройства;
- использование аккумуляторов решает проблему в случае отсутствия электропитания;
- зачастую встроенное устройство управления, что позволяет регулировать время пребывания створки в состоянии «не заперто»;
- как правило наличие датчика дающего возможность отслеживания состояний створки в положении открыто/закрыто.

Недостатками ЗУ соленоидного типа являются случаи, когда на ригель прикладывается нагрузка и для ее преодоления требуется установка фиксатора на створки ограждающих конструкций или же значительное увеличение

втягивающих/толкающих свойств электромагнитной катушки, что ведет за собой увеличение габаритных размеров устройства.

Электромеханические защелки (см. рис. 1.6), представляют собой ЗУ, которые в качестве пускового механизма используют соленоид (электромагнитную катушку), а исполняющим механизмом, как правило, является механическая пружина или пластина. Современный рынок в основном предлагает врезные модели (хотя в небольшом количестве появились и накладные), причем они могут быть нормально открытыми, нормально закрытыми и с функцией механического удержания до момента открытия двери.



Рисунок 1.6 – Электромеханические защелки

Основными достоинствами такой конструкции являются:

- возможность работы, как в механическом режиме, так и в дистанционно управляемом;
- малое электропотребление.

Недостатками электромеханических защелок являются:

- ригель зачастую является сердечником электромагнитной катушки;
- использование в основном для запираения неответственных помещений, поскольку ригель находится в своем нормальном состоянии под действием пружины, что приводит к малой взломоустойчивости при воздействии злоумышленником на ригель устройства.

Электромеханические ЗУ (см. рис. 1.7), представляют собой устройства, в которых электрическая составная часть выполняет вспомогательную функцию: блокирование основной функции – открытия замка. После разблокировки

дальнейшее действия по открытию замка осуществляются обычным порядком с помощью ключа (или ручки) [18].

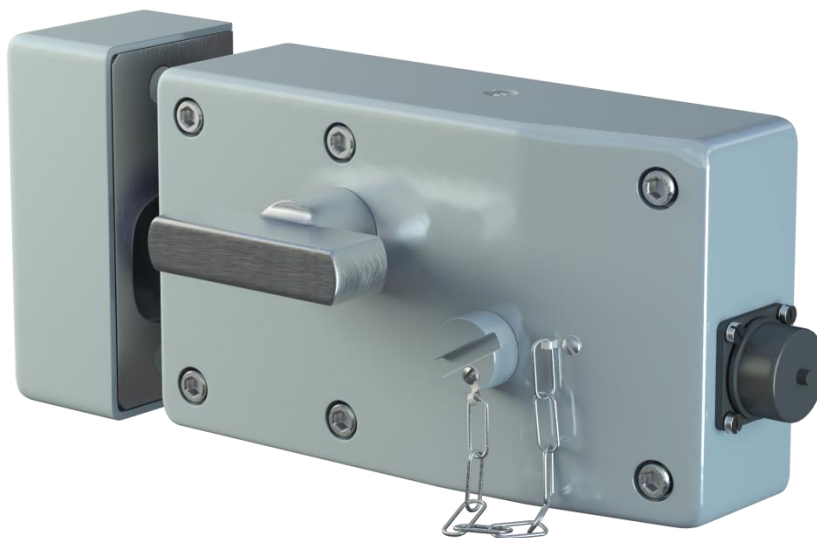


Рисунок 1.7 – Электромеханические защелки

Основными достоинствами такой конструкции являются:

- удовлетворительная надежность запираение двери, универсальность предлагаемых моделей;
- возможность работы как в механическом режиме (от обычного ключа), так и в дистанционно управляемом;
- блокирующая часть не воздействует «напрямую» на ригель устройства;
- малое электропотребление;
- возможность использования датчиков контроля состояния ригеля, как открыто/закрыто, так и положения блокирующей части заблокировано/разблокировано.

Недостатками электромеханических ЗУ является: невозможность автоматизирования процесса отпираения/запираения створки в закрытом состоянии, из-за того что открытие/закрытие замка осуществляется механическим способом.

Примерами такой конструкции является электромеханическое запирающее устройство «Базальт» защищенное патентом RU 84 040 (см. рис. 1.8) и электромеханическое запирающее устройство «Гоби» защищенное патентом RU 93 110 (см. рис. 1.9) [29, 30].

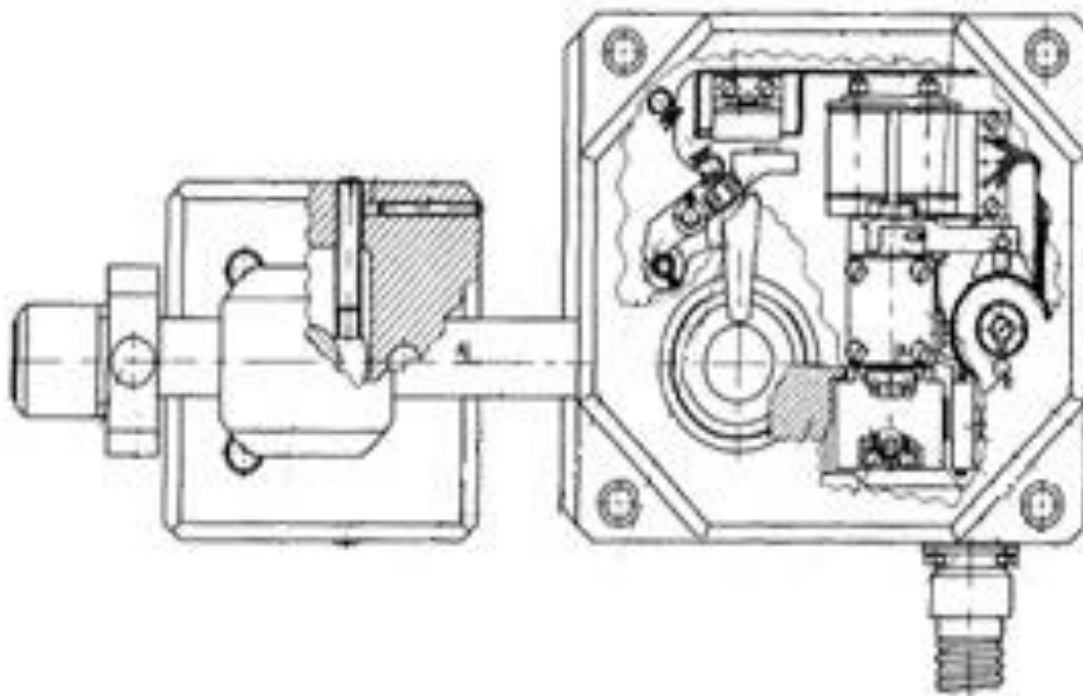


Рисунок 1.8 – Электромеханическое запирающее устройство «Базальт»

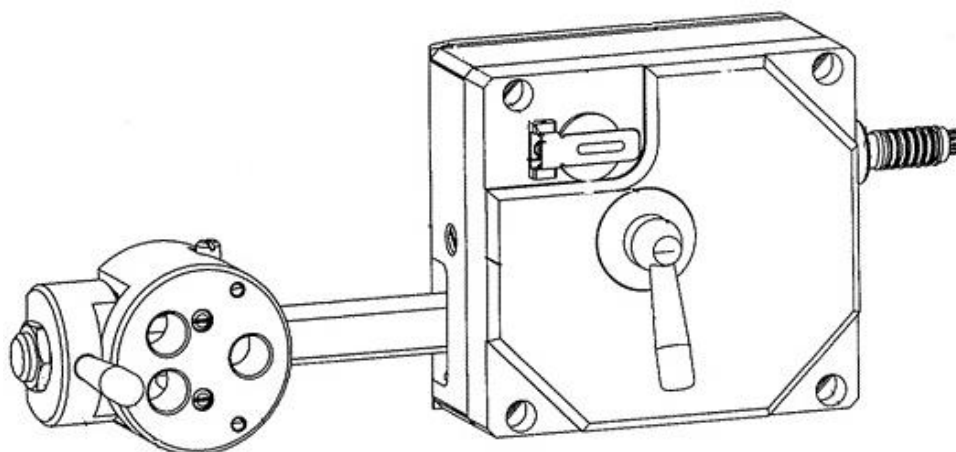


Рисунок 1.9 – Электромеханическое запирающее устройство «Гоби»

В этих конструкциях операцию по разблокированию и блокированию устройства осуществляют 2 катушки блокирующего механизма, а операция по открытию и закрытию замка происходят механическим способом [29, 30].

И наконец электромоторные ЗУ - представляют собой устройства, которые в качестве основного исполнительного механизма используют электродвигатель. Применяются на объектах, где надёжность запираения дверей, важнее цены ЗУ. Такие ЗУ являются одними из самых надёжных и сложных (с технической точки зрения).

Электромоторные ЗУ могут позволить повысить автоматизацию процесса перемещения створок. Работая в составе системы контроля и управления доступа позволяет к примеру полностью автоматизировать комплекс ограждающей конструкции ворот при наличии средства перемещения створок.

Такие устройства имеют следующие достоинства:

- очень высокая надежность запирания двери и высокий уровень противодействия взлому;
- возможность применения в связке с встроенными в замок автономными системами доступа.

Основным недостатком электромеханического ЗУ является его массивность, металлоемкость и как следствие высокая цена. Поэтому такие устройства, целесообразнее применять для таких ограждающих конструкции как: откатные, распашные и раздвижные ворота, работающие в системах контроля и управления доступом, для осуществления контроля въезда или выезда мобильной техники на территорию объекта с небольшой пропускной способностью.

В таблице 1.1 приведена классификация и примеры известных отечественных и зарубежных ЗУ предназначенных для установки на распашные, откатные и раздвижные ворота и использования на открытом воздухе, работающих в составе системы контроля и управления доступом.

Таблица 1.1 – классификация и примеры ЗУ

Наименование запирающего устройство и производитель	Тип устройства	Назначение
ЭМЗУ «Гоби» (НИКИРЭТ) Патент RU 93 110 U1	Электромеханическое	Предназначен для установки на откатные, распашные и раздвижные ворота на открытом воздухе и работающим в составе СКУД
ЭМЗУ «Базальт»	Электромеханическое	Предназначен для установки на

Наименование запирающего устройство и производитель	Тип устройства	Назначение
(НИКИРЭТ) Патент RU 84 040 U1		откатные, распашные и раздвижные ворота на открытом воздухе и работающих в составе СКУД
V09 (Viro)	Электромеханическое	Предназначен для установки на откатные ворота, находящихся на открытом воздухе и работающих в составе СКУД

1.2 Современные проблемы развития отечественного и зарубежного рынка запирающих устройств

Рост рынка ЗУ в нашей стране обусловлен увеличением угрозы терроризма по отношению к особо важным объектам, таким как военным, промышленным, объектам ядерной энергетики, объектам ТЭС и другим, большим по площади объектам; распространением межгосударственных религиозных конфликтов, контрабанды, а также изменчивостью криминогенной ситуации.

Сейчас на российском рынке запирающих устройств, представляются все больше изделий отечественных и зарубежных производителей, построенных на различных принципах действия, условий эксплуатации и используемые для решений разнообразных задач по обеспечению инженерно-технических средств защиты. Сотни наименований ЗУ предлагают как компании-производители из России, так и зарубежные компании-производители из Германии, Италии, Франции, Австрии, Турции, Израиля, Швейцарии, Финляндии и других стран.

В конце двадцатого века в нашей стране разработкой специальных ЗУ, занимались специализированные государственные предприятия военно-промышленного комплекса. Порядок разработки и постановки продукции на

производство, а так же выпуска ЗУ специального назначения, которые отнесены к классу – 498 000 общероссийского классификатора продукции, жестко регламентировался в нормативных документах. Учитывая высокие требования применяемые к продукции, предприятия, занимавшиеся их разработкой и производством, создавали специальные испытательные центры, включающие в себя испытательный полигон для обязательных испытаний опытных образцов и серийной продукции в натурных условиях при проведении НИОКР. Соблюдение методик выполнения работ на всех этапах разработки и производства под контролем качества как изготовителя, так и представителями заказчика. При оснащении запирающими устройствами особо важных объектов, монтаж и ввод изделия в эксплуатацию проводилось при участии служб безопасности и представителей заказчика. По результатам оценивался класс защиты всей ограждающей конструкции и эффективности создаваемой системы физической защиты. Определялись правила организации взаимодействия комплекса инженерно-технических средств защиты совместно с органами правопорядка. В результате специализированные предприятия приняли значительный технический потенциал и неоценимый практический опыт разработки и испытания ЗУ, предназначенных к установке на особо важных объектах. Такие устройства обеспечивают безопасность и по сей день.

В конце 90-х годов на российском рынке ЗУ начали появляться изделия импортной техники, которые различными путями продвигали на рынок продукцию известных зарубежных фирм из Финляндии, Италии, Германии и Израиля. Основная масса запирающих устройств, представленных в каталогах крупных производителей на российском рынке, предназначена для установки в квартирные и офисные деревянные и металлические двери. Производителей же изделий повышенной прочности, надежности и секретности для защитных конструкций различного назначения, включая двери и ворота складских помещений, защитные люки, сейфы и т.д. оказалось не так много.

Выбор замковых устройств для использования в системах контроля и управления доступа осуществляют по классам надежности согласно ГОСТ Р 52582. Однако подобранное по рыночным каталогам запирающее устройство, даже

обладая высоким классом надежности и необходимыми функциональными характеристиками, не всегда в полной мере может решить задачу по запираению выбранной конструкции и защите охраняемого пространства.

Недостатками поставляемой из-за рубежа продукции резко определили новые рыночные направления. Зарубежные ЗУ не нашли широкого применения в используемых инженерно-технических средств физической защиты, в большинстве из-за недостаточной надежности, при работе в жестких климатических условиях различных регионов России, ограниченной ремонтпригодности, малого объема эксплуатационной документации, зачастую отсутствия сертификатов соответствия и трудностей в использовании систем контроля и управления доступом согласно нормативным документам.

Отечественные ЗУ разрабатываются с учетом внешних условий эксплуатации в различных климатических зонах, не требуют высокой квалификации персонала как при монтаже так и при использовании устройства по назначению, сопровождаются полным комплектом эксплуатационной документации и зачастую имеют как больший срок гарантии так и эксплуатации.

Как показывает практика, разработка современных, надежных и автоматизированных запирающих устройств является долгосрочной и технически сложной проблемой. Ее решение предполагает проведение затратных натурных испытаний по стойкости к воздействию внешних факторов в различных климатических зонах России. Это требует наличие как большого исследовательского опыта, так и производственного потенциала, что может позволить себе только крупное специализированное предприятие. Фирмы, вышедшие на рынок ЗУ в последнее десятилетие, заняли свою нишу по крупносерийному производству техники, рассчитанной, в основном, на частного потребителя.

По этой причине на российском рынке существует большое количество ЗУ, построенных на одних и тех же принципах работы, предназначенных для решения схожих задач, но относящихся к различным классам защиты. В таких условиях сложно разобраться в качестве предлагаемых устройств и принять наиболее подходящее к выбранным условиям эксплуатации изделие индивидуальным

требованиям объекта.

При выборе следует так же принимать во внимание цены ЗУ, как правило более дорогие устройства требуют значительно меньших затрат как при вводе так и при использовании его в эксплуатации.

Так же принимая свой выбор, нужно принять во внимание и другие ключевые моменты, которые в последующем способствуют избеганию непредвиденных ситуаций. В каждом определенном моменте следует принимать во внимание большое количество факторов, в той или иной степени влияющих на работу ЗУ – тип подвижной защитной конструкции, климатические условия, класс инженерно-технического средств физической защиты, инфраструктура объекта, выбранная система контроля и управления доступом и другие факторы, свойственные объекту.

К ЗУ устанавливающимся на защитные конструкции предъявляются требования к криптостойкости, устойчивости к взлому, безотказности, прочности и эргономике, при разных условиях эксплуатации [20]. Сложности возникающие при выборе определяются тем, что заявленные изготовителем важнейшие технические характеристики ЗУ, не в полной мере соответствуют действительности. На то есть несколько причин.

Первой является то, что несмотря на некоторые зарубежные и большинство отечественных запирающих устройств имеют российский сертификат соответствия, это не гарантирует в полной мере их высокие технические характеристики в российских условиях, а лишь работоспособность утвержденных в технических условиях, которые в большей части содержат второстепенные характеристики. Из-за низкой необходимой технической базы и недостатка времени в сертификационных центрах, чтобы подтверждать технические характеристик и устройств, предприятия-изготовители, намеренно не оговаривают их в заявке, зачастую минуя такие требования как степень стойкости устройства к взлому, прочность к запорной планке и механизма фиксации ригеля и другие требования ограничиваясь указанием нагрузок прикладываемые к самому ригелю и лицевой планке соединяемой с корпусом. В результате чего сертификаты соответствия не в полной мере соответствуют своим назначениям.

Вторым является то, что отечественный заказчик не всегда добросовестно

производит обслуживание ЗУ, игнорирует проведения регламентных работ или указанных в эксплуатационной документации технического обслуживания. Это зачастую может приводить к неработоспособности устройств с высокими техническими характеристиками. Простым примером может являться неправильно произведенные монтажные работы или значительное провисание створок ворот при котором ригель устройства может не попадать в приемный карман для запирающей створки. Поэтому преимуществами обладают ЗУ, допускающие перекося створки относительно друг друга и имеющие регулировку для компенсации зазора между ними.

Третьим является то, что при разработке зачастую завышаются основные технические требования и корректная проверка их заказчиком невозможна. В большинстве случаев можно обвинить заказчика в нарушении технических условий во время эксплуатации, что монтаж произведен не в соответствии с требованиями инструкции по монтажу и т.д. Для конкурентоспособности устройств, разработчики настраиваются на то, что бы их изделие выделялось среди других, несмотря на определенные физические ограничения, и тем самым «пускают пыль в глаза».

В прочем достаточно сложно произвести испытания в полном объеме условий эксплуатации, которые могут осуществляться на практике. Так к примеру устойчивость к взлому и климатические условия эксплуатации испытываются отдельно, но на конкретном объекте оказывается что взлом ЗУ разрушающим способом при низких температурах более осуществим нежели при температурных условиях в момент испытания.

Четвертым является то, что ЗУ имеет свои ограничения по способам взлома, а в технических условиях зачастую это опускается с пересылкой на условия обеспечения при которых гарантируется защита, но злоумышленник, выявив вид ЗУ примет попытки по его преодолению способами, выходящими за рамки технических условий.

Указанные слабые места, связанные с нехваткой «уровня культуры» отечественного рынка ЗУ, могут привести к труднопреодолимой проблеме при выборе оптимальных запирающих устройств, применимых к установленным

условиям объекта. Это зачастую встречается у проектировщиков с недостаточным опытом проектирования подобных определяемых объектах.

Решение этой проблемы может быть основано при общей оценке и анализе:

- видов возможного преодоления защитной конструкции (модель попыток несанкционированного доступа) с вмонтированным в нее запирающим устройством;
- индивидуальных отличительных черт объекта: размер защитных конструкций, величина периметра, климатические условия, наличие установленных дополнительных средств по физической защите периметра, инженерно технические средства физической защиты периметра для организации пропуска людей и/или проезда транспорта;
- необходимого класса защиты периметра объекта;
- ключевых положений периметровой охраны, включающих оценку вероятных способов проникновения на объект и анализ потенциально опасных угроз, обеспечения главных функций: обнаружение и способов удержания нарушителя, реагирование сил охранного назначения, а так же обеспечения должного технического обслуживания.

Неучитывость таких факторов может привести к значительному уменьшению эффективности защитных конструкций периметра, несмотря на высокие технические характеристики запирающего устройства. Периметр охраняемого объекта оценивается по наихудшим средствам инженерно-технических средств защиты, так как нарушитель с большей вероятностью использует слабозащищенные места периметра и тогда эффективность принятых мер в отдельности будет практически бесполезна. При должном проектировании чем дороже средства физической защиты периметра, тем выше их эксплуатационные характеристики, однако по большей части принимают условия, что стоимость таких средств в совокупности не должна превышать одной восьмой части от предполагаемых потерь вызванных преодолением нарушителем периметром. Необходимо оптимизировать соотношения выбора «цена - качество», где в роли качества выступают возможные потери, предотвращаемые средствами инженерно-технической защиты, а цена включает не только инженерно технические комплексы защиты

периметра, но и проектирование, монтаж, техническое обслуживание, сроки службы и обеспечение работоспособности.

1.3 Особенности охраняемых объектов

Принятие объекта под охрану без использования таких инженерно-технических средств физической защиты как заграждения не представляется возможным, так как заграждения [27]:

- препятствуют проникновению и удерживают нарушителя, обладает антивандальными свойствами и отделяет недоброжелателей, нетрезвых и т.д.;
- определяют места организации пропуска людей и проезда транспорта;
- указывают юридическое право владения и возможность использования средств вооружения при вторжении нарушителя;
- позволяют определить возможные модели поведения нарушителя и предостеречь их.

Исключениями являются объекты, ландшафт которых не предоставляет возможность возведения заграждений, не имеет смысла или нежелательно по причине ухудшения технической эстетики ландшафта. В таких случаях возможно использования маскируемых средств при условии отсутствия случайных нарушителей (например, объектов находящихся в непосредственной близости к государственной границе) [27].

Ограждающая конструкция, на которой установлено ЗУ (см. рис. 1.10), является препятствием по преодолению периметра, при чем основные технические характеристики ЗУ зависят от его конструкции и физических свойств. В России все больше изготавливаются заграждения с использованием сетчатого полотна, которые в свою очередь визуалью не ограничивают пространство прилегающей территории и являются устойчивыми к изменению климатических условий, что положительно влияет на эффективность защиты периметра.



Рисунок 1.10 – Запирающее устройство, установленное на воротное ограждение.

Заграждения, предназначенные для создания рубежа охраны на объекте можно разбить на два вида:

1) секцию и полотно которых нарушитель может разрушить достаточно быстро при использовании, к примеру, слесарного инструмента – сетчатые, решетчатые, деревянные, ленточные;

2) секции и полотно которых для разрушения требуют значительных усилий и времени – железобетонные и антивандальные заграждения.

Конструкция заграждений и подвижных ограждающих конструкций должны обеспечивать максимальную эффективность узла ограждения – запирающее устройство, что бы:

– для 1-го вида максимально затруднить преодоление стационарного или подвижного ограждения путем перелаза, обеспечив опасность получения телесных повреждений (к примеру использование армированных колючих лент по верхней

части заграждения или размещая на грунте для организации препятствия мобильного типа), и «склонить» нарушителя к применению разрушающего воздействия на ЗУ, средства крепления створок, секцию и/или полотно заграждения, целостность которых необходимо контролировать путем оснащения периметра сигнализационными средствами;

– для 2-го вида максимально затруднить преодоление стационарного или подвижного ограждения путем применения разрушающего воздействия (применение которого сопровождается большими сигналами позволяющими средствам охранной сигнализации обнаружить их), «подталкивая» нарушителя либо к перелазу, который должен надежно блокироваться используемыми козырьковыми заграждениями, либо к подкопу, который должен блокироваться путем увеличения глубины фундамента или же используя противоподкопные сетки и решетки.

Для эффективного использования узла ограждение – ЗУ, на пункты служащие для обеспечения функциональной связи между двумя смежными территориями, используют идентификационные и считывающие средства контроля и управления доступом. Такие средства позволяют:

- повысить пропускную способность в организованных местах пропуска людей и/или транспорта;
- предотвратить несанкционированное пересечение периметра;
- идентифицировать лица имеющих доступ на заданную территорию.

Если на таких пунктах отсутствуют средства контроля доступа и охранная сигнализация, то это может, привести к значительному снижению эффективности защиты периметра от умышленного вторжения нарушителей и увеличении времени обнаружения потенциальной угрозы.

Несмотря на это инженерно-технические средства физической защиты представляют собой «щит», который подвергается разрушающему воздействию и исходя из этого предназначен в основном для увеличения времени требуемого для преодоления нарушителем охраняемого рубежа для его обнаружения и ликвидации [30]. Для обеспечения защиты периметра такие средства также применяются в ограждении опор линий электропередач, систем канализации, водозабора

представляющие собой зоны повышенной опасности и необходимости в их запираении.

Для организации проезда транспорта используются такие инженерно-технические средства защиты как ворота, использование таких пунктов обуславливает несанкционированного проезда. Для защиты таких пунктов используются такие физические препятствия как – покаты, противотаранные шлагбаумы, болларды, баррикады и т.д.

1.4 Основные модели нарушителя

Существует три основных способа криминального воздействия нарушителем на защитные конструкции с запирающим устройством (или устройствами) для получения доступа к интересующей зоне (пространству, объекту) [1]:

Первым является неразрушающий способ, к такому способу относят:

- вскрытие ЗУ манипуляционным способом (воздействуя специальными инструментами на механизм секретности);

- «бампинг», при котором вскрытие осуществляется при помощи специального приспособления, изготавливаемого из ключевой заготовки, «пересечение» рубежа;

- «перелаз» или «подкоп» ограждения.

Вторым является способ минимального разрушения, к такому способу относят:

- различные виды сверления с целью разрушения конкретной детали либо механизма секретности ЗУ;

- высверливание проушин ограждения, демонтаж петель и т.д.

Третьим является способ значительного разрушения, к такому способу относят:

- выдергивание и сворачивание дужек навесных ЗУ;

- высверливание цилиндрического механизма;

- сворачивание цилиндра цилиндрического механизма крутящим моментом;

- разрушения кодового механизма «свертышем»;

- разрушения корпуса ЗУ или его ригеля;

- разрушение креплений как калитки и/или ЗУ;
- разрушение секции или полотна заграждения.

Особенно серьезными, с позиции проникновения на объект, являются:

- группа нарушителей, которые поддерживают друг друга при пересечении заграждения (к примеру, выдавливая/выдергивая створку или сетчатое полотно);
- нарушитель с использованием специальных подручных средств, при помощи которых он может «осторожно» преодолеть заграждение, путем вскрытия (взлома) ЗУ (цилиндрового механизма), перелаза (лестница) или разрушения заграждения;
- подготовленный нарушитель, который визуальным или с использованием разведанных выявляет установленные виды средств заграждения и ЗУ, изучает соответствующую документацию и определяет наилучшие способы по снижению времени на преодоление заграждения (к примеру, определения типа секрета замка для подготовки к вскрытию);
- пересечение заграждения с применением транспорта (к примеру для тарана или «вырывания» заграждения), как правило используя такой метод нарушитель за короткое время пересекает охраняемый рубеж, но такие действия приводят к его быстрому обнаружению и вследствие своевременного реагирования охранных сил.

Проблема подготовленного нарушителя в любом случае характерна всем без исключения ЗУ, при выявлении вида устройства, время на удержание нарушителя значительно сокращается. К примеру при выявлении посадочных мест запирающего устройства нарушитель сможет попытаться высверлить заранее известный ему крепеж.

Для повышения охранных свойств, ЗУ снабжают датчиками, регистрирующими состояние «Открыто-Закрыто», что позволяет удаленно контролировать сразу несколько пропускных пунктов.

Если рассматривать устойчивость ЗУ к криминальному открыванию, то его оценивают по значениям коэффициента запаса конструкции устройства (E), который измеряют в условных единицах (усл. ед.), к прикладываемым на него воздействиям и рассчитывают по формуле [19].:

$$(1.1) E = kt + B;$$

Где $k = 1$ (усл. ед/мин) – коэффициент, характеризующий эффективность использованных средств;

t – время приложения воздействий, мин;

B – базовое значение, которое соответствует наиболее высокой категории применяемого инструмента, это значение выбирается из Приложения Б ГОСТ Р 51053-97.

Исходя из этого t можно рассчитать по формуле:

$$t = \frac{E - B}{k}; \quad (1.2)$$

Следовательно можно утверждать, что использование 2-х и более ЗУ применяемых на одном пропускном пункте, увеличивает время по преодолению охраняемого рубежа. К примеру при организации пункта пропуска людей использовать два ЗУ на ограждающей конструкции, один из которых является основным и обеспечивающим уровень безопасности, а другой дополнительным или же использование заграждения являющиеся шлюзом с применением 2х или более подвижных заграждений и установкой на них ЗУ, в таком случае нарушитель при успешном преодолении первой линии заграждения попадает в зону, где уже его проникновению и удержанию препятствует вторая линия заграждения.

Такие решения имеет несколько недостатков:

- при организации пропуска людей или техники через такие средства ограждения, в значительной мере уменьшается пропускная способность пункта;
- увеличивается время реагирования оператором на осуществление работы по закрытию и открытию ЗУ.
- применение двух или более ЗУ увеличивает стоимость охраняемого рубежа.

Реализация таких способов решений зависит от предлагаемых альтернативных средств инженерно-технической защиты. Выбор решения заказчиком в основном зависит от понимания им полноты применяемых мер по надежности блокирования периметра, как от случайных, так и от подготовленных

нарушителей.

1.5 Обоснование выбора запирающих устройств в зависимости от их эксплуатационных и технических характеристик

Не существует идеального запирающего устройства, даже самое лучшее из них имеют как правило такой недостаток как высокая стоимость. Во многих случаях применение двух ЗУ с небольшими техническими характеристиками лучше одного устройства с более высокими характеристиками.

Ни одно ЗУ, тем более без использования дополнительных средств инженерно-технической защиты, не обеспечивает 100% удержания нарушителя, из которых значительную часть составляют подготовленные нарушители [21].

Любые подвижные ограждающие конструкции обладают своими техническими характеристиками, одним из таких конструкций являются ворота. По типам открывания, ворота классифицируются на:

- распашные;
- откатные;
- подъемные;
- складывающиеся.

На практике для защиты периметра на открытом воздухе в основном используются распашные (с открыванием наружу или внутрь охраняемого пространства) и откатные ворота (левого, правого или симметричного исполнения).

Такие ограждения так же как и ЗУ классифицируются нормативными документами по критериям надежности и прочности.

Зачастую при проектировке разработчик минует такие характеристики и принимает неоправданно завышенные технические характеристики к ЗУ, что оказывается неэффективным. Необходимо представлять, что для комплекса заграждений, такой узел как воротная система будет оцениваться в совокупности различных устройств, механизмов, узлов и деталей конструктивно связанных

между собой (полотно, рама, петли, профили, несущие элементы обрамления проема и запирающее устройство).

Поэтому при выборе ЗУ для подвижного ограждения необходимо учитывать технические характеристики всей воротной системы (см. рис. 11).



Рисунок 1.10 – Запирающее установленное на воротное ограждение.

Таковыми характеристиками в основном являются эксплуатационными, из них выделяют показатели надежности (безотказности) и прочности.

Показателями надежности воротных систем является количество циклов открывания-закрывания, в большинстве случаев требования к таким характеристикам прописаны в нормативных документах или технических условиях. В ЗУ накладного и врезного типа, этот параметр применяется к сборочным узлам замка, таким как наработка: узла цилиндрического механизма и засова, узла привода от ручки [24].

Основными показателями прочности воротных систем являются сопротивления статическим нагрузкам, действующим в плоскости ворот и сопротивлению ветровой нагрузке (эта проблема в значительной мере решается использованием сетчатого полотна). В ЗУ накладного и врезного типа прочностные характеристики применяются к таким узлам и деталям как: к засову, к механизму фиксации ригеля и к запорной планке.

При необходимом обеспечении повышенных и высоких охранных свойств объекта выбираются ЗУ, предназначенные для запираения конструкций с дополнительными или особыми требованиями к их охранным свойствам.

Осуществляя выбор ЗУ, предназначенного для установки на ворота, необходимо определиться с их назначением.

Если такие ограждения не предназначены для организации пропуска людей и/или транспорта и в основном используются в качестве аварийных пунктов входа/выхода, то стоит обратить внимание на навесные запирающие устройства, как правило, они имеют сравнительно меньшее количество циклов срабатывания и низкую стоимость.

В случае если устройство устанавливается в пункты организации пропуска людей и/или транспорта следует отдать предпочтение накладным или врезным ЗУ, они как правило обладают большим числом рабочих циклов и являются более эргономичными в использовании, что увеличивает показатели пропускной способности. Применимо к воротным системам, преимущественно используют накладные ЗУ, врезные типы нарушают целостность конструкции ворот и не обладают универсальностью из-за разных толщин рамы и/или полотна. При разработке накладных ЗУ «отсеиваются» ограничения в габаритных размерах, что дает возможность применения более надежных и прочных узлов механизма блокировки и запираения.

При выборе ЗУ для воротных систем также необходимо определить его принцип работы. На отечественном и зарубежном рынке в основном предлагаются механические и электромеханические ЗУ.

Механические ЗУ, как правило, являются более дешевыми и простыми в использовании. Но не применимы для использования в системе средств управления и контроля над доступом.

Электромеханические ЗУ устойчиво заняли свое место в средствах систем контроля и управления доступом воротных систем. Такие ЗУ обеспечивают дистанционное управление над блокировкой, дающей доступ к основной функции – открытие устройства.

Как правило их снабжают датчиками, главной целью которых является, идентификация положения «Открыто-Закрыто» и зачастую «Заблокировано-Разблокировано».

Отечественный рынок предлагает такие электромеханические ЗУ накладного типа как «Гоби» и «Базальт». Они предназначены для установки с внутренней стороны охраняемой зоны на металлические ворота, открывающиеся внутрь или наружу, распашные или откатные, одно- или двустворчатые, и эксплуатации на открытом воздухе в особо жестких климатических условиях как в составе системы управления доступом и охранной сигнализации, так и от автономного пульта управления.

По техническим характеристикам «Гоби» соответствует третьему классу замка по ГОСТ 5089 и предназначен для запирающих защитных конструкций с дополнительными требованиями к их охранным свойствам. Устройство «Базальт» относится к более высокому классу – 4 и может использоваться для запирающих защитных конструкций с особыми требованиями к их охранным свойствам, принимаемых на охрану и предполагаемых к страхованию.

Эти устройства отлично подходят для установки в условиях отечественного климата. Недостатком таких устройств является то, что по определению их электрическая составляющая выполняет только вспомогательную функцию – блокировать выполнение основной функции. С точки зрения автоматизации процесса перемещения ворот это сказывается негативным образом, воротные системы имеющие автоматические средства их перемещения (привод) теряет свою эффективность, если для открытия ограждения требуется непосредственное участие человека.

Решение такой проблемы могут стать электромоторные ЗУ, привод которого осуществляет главную функцию – «открытие-закрытие» устройства без непосредственного участия человека.

Таким образом, задачи, связанные с выбором ЗУ для запирающих защитных конструкций, несмотря на кажущуюся простоту, требуют комплексных знаний. При этом заказчик, большей частью, находится перед выбором производителя (предприятия-изготовителя) устройства, монтажной организации и проектной

службы. Особенно рациональным является совмещения этих функций в одной компании-интеграторе, при этом у заказчика ЗУ остается только функция технического, технологического и ценового контроля выбранной компании. Требования к выбору такой компании могут быть: наличие необходимых лицензий Федеральных служб, сертификатов соответствия в системах ГОСТ Р и ОИТ, свидетельства о допуске к определенным видам работ, которые оказывают влияние на безопасность охраняемых объектов, квалификация сотрудников, опыт проектирования и проведения монтажа не менее 3-х лет, подтвержденный реальными отзывами заказчиков.

1.6 Конструктивные особенности электромоторных запирающих устройств

При организации пункта проезда транспорта одной из важных характеристик является его пропускная способность. Количество транспортных средств, которое может пропустить участок транспортной сети в одном направлении в единицу времени так же зависит от степени автоматизации воротных систем [26].

Минимально допустимым интервалом движения определяет максимальное количество транспортных средств, который может пропустить пункт.

Среднее время открытия/закрытия автоматизированных ворот, как показывает практика, варьируется от 15 до 50 секунд, оно зависит от конструкции ворот и средств ее перемещения. Среднее время затраченное на разблокирование/заблокирование и открывание/закрывание электромеханического ЗУ составляет в среднем от одной до двух минут, это время складывается из:

- времени реагирования оператора и подачи электрического управляющего сигнала на разблокирование/заблокирование ЗУ;
- времени затрачиваемое на перемещение оператора до запирающего механизма и проведения его открытия/закрытия;
- времени затрачиваемое на перемещение оператора из зоны проезжей части (после чего подается сигнал на открытие ворот).

При организации остановочного пункта, как правило, необходимо затратить время на: идентификацию транспортного средства и лиц находящихся в нем; проведения операций по открытию ограждения (разблокирование с последующим открытием ЗУ и перемещение ворот); обеспечение проезда транспортного средства в охраняемую зону (или пункта досмотра); проведение операций по закрытию ограждения (перемещение ворот и закрытие с последующей блокировкой ЗУ). Пересечение такого пункта, как показывает практика, занимает в среднем от 4 до 5 мин.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что значительная часть затраченного времени уходит на перемещение оператора к ЗУ. Присутствие такого фактора снижает эффективность использования автоматизированных ворот и уменьшает пропускную способность всего пункта транспортного пересечения в целом.

В случае использования электромоторного ЗУ, время на его открытие/закрытие (без учета времени реагирования оператора) в среднем варьируется от 1 до 5 секунд. Его использование позволяет обеспечить более полную автоматизацию воротной системы и вследствие чего уменьшение времени пропускной способности.

Вывод:

Проведенное выше исследование позволяет сделать вывод о том, что снижение пропускной способности организованных мест пропуска транспорта, является одной из важнейших задач при выборе и разработке подвижных инженерно-технических средств физической защиты периметра. Целью представленной работы, является разработка конструкции накладного электромоторного запирающего устройства, предназначенного для установки на откатные и распашные ворота и работающим как от индивидуального пульта управления, так и в составе системы контроля и управления доступом.

2 АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАЗРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОМОТОРНОГО ЗАПИРАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

2.1 Назначение устройства

Разработанное электромоторное запирающее устройство накладного типа предназначено для установки и запираения с внутренней стороны охраняемой зоны на металлические распашные откатные и раздвижные ворота, толщиной полотна от 50 до 120 мм и работающие в составе системы контроля и управления доступом или от индивидуального пульта управления поставляемым отдельно.

Устройство в рабочем режиме обеспечивает дистанционное перемещение 2-х ригелей в состояние «Открыто/Закрыто» при помощи электрического управляющего сигнала, в аварийном режиме открытие и закрытие устройства осуществляется при помощи ключа.

Областью применения устройства являются защитные конструкции с дополнительными или особыми требованиями к их охранным свойствам принимаемых на охрану и предполагаемых к страхованию.

Устройство относится:

- к группе исполнения 1.10.2 аппаратуры ТСФЗ по ГОСТ Р 52860 (стационарная аппаратура, не работающая на ходу, предназначенная для работ на открытом воздухе, перевозимая всеми видами транспорта);
- к климатическому исполнению О1 по ГОСТ 15150 (рабочая повышенная температура среды – плюс 50 °С, предельная повышенная температура среды – плюс 60 °С, рабочая пониженная температура среды – минус 60 °С, предельная пониженная температура среды – минус 70 °С, рабочее значение влажности воздуха – 80% при 27 °С, предельное значение влажности воздуха – 100% при 35 °С, тип атмосферы IV – приморскопромышленная) [8];
- к классу безопасности I по ГОСТ 12.2.007.0 по способу защиты человека от поражения электрическим током (устройство имеет провод для присоединения к источнику электропитания имеющий жилу для заземления и вилку с заземляющим контактом).

Устройство относится к элементам нормальной эксплуатации, не участвующим в технологических процессах работы ядерных установок и не влияющим на ядерную и радиационную безопасность, и соответствует:

- классу 4 по НП 001-15 при категории качества К4 по НП 026-04 («Общие положения обеспечения безопасности атомных станций», «Требования к управляющим системам, важным для безопасности атомных станций»).

- категории сейсмостойкости III по НП 031-01 («Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций»);

- по электромагнитной совместимости – требованиям ГОСТ 32137 (исполнение по устойчивости к помехам – группа III, помехоэмиссия – как для изделий, не относящихся к оборудованию информационных технологий) [10].

Степень защиты обеспечиваемая оболочкой устройства соответствует коду IP 53 по ГОСТ 14254 – защищенное от пыли и дождевания.

Изделие является ремонтпригодным и восстанавливаемым.

Устройство оснащено датчиком положения «Открыто-Закрыто». Подключение к системе контроля и управления доступом или к пульту управления производится согласно схеме электрической принципиальной.

2.2 Технические требования к разработанному устройству

Устройство должно обеспечивать запираение защитных конструкций эксплуатирующихся на открытом воздухе и сохранять работоспособность при:

- температуре от минус 60 до плюс 50 °С;
- повышенной относительной влажности до 95% при температуре плюс 35 °С;
- при дожде, росе, инее, пыли и при воздействии соляного (морского) тумана.

Устройство должно быть работоспособно от источника переменного тока напряжением 220 В.

Перемещение ригеля устройства в положение «Открыто» или «Закрыто» должно осуществляется при помощи подачи электрического управляющего сигнала

напряжением 220 В на соответствующий контакт воздействующий на электропривод устройства.

Конструкция перемещения ригеля не должна позволять приводить его в движение при воздействии на него и иметь показатели вондалоустойчивости.

Датчики положения и температуры должны быть рассчитаны на коммутацию напряжения 5 В.

При подключении устройства к пульту управления или использовании в системе контроля данных, оно должно обеспечивать выдачу сигналов положения ригеля «Открыто»/«Закрыто».

Конструкция устройства должна обеспечивать его аварийное открытие механическим способом со стороны охраняемой зоны с помощью ключа. Количество неповторяющихся шифрокомбинаций цилиндрического механизма не менее 50 000.

Электрическая прочность изоляции между электрически не соединенными между собой цепями, а так же между каждой электрической цепью и корпусом устройства, в нормальных климатических условиях должна быть такой, что бы испытательное напряжение (500 ± 20) В действующего значения частотой 50 Гц мощностью 0,5 кВА не вызывало пробоя изоляции [17].

Устройство должно быть работоспособными после воздействия механических ударов одиночного действия с ускорением (740 ± 148) м/с².

Минимальная наработка на отказ устройства для механизмов перемещения засова должна быть не менее 50 000 циклов срабатывания, в том числе не менее 4 000 циклов срабатываний цилиндрического механизма.

Количество неповторяющихся шифрокомбинаций цилиндрического механизма устройства должно быть не менее 50 000 по 4 классу ГОСТ 5089.

Крепление устройство должно быть устойчивым к статическим нагрузкам $(14\,700 \pm 735)$ Н $(1\,500 \text{ кгс} \pm 75 \text{ кгс})$ [20].

Засов устройства должен выдерживать поперечную нагрузку $(14\,700 \pm 735)$ Н $(1\,500 \text{ кгс} \pm 75 \text{ кгс})$.

Устройство должно быть безопасным и не содержать токсичных, ядовитых и радиоактивных материалов.

Устройство должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

При производстве устройства должны максимально использоваться технологические процессы.

Конструкция устройства должна быть разработана в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД.

Время открытия или закрытия устройства от управляющего сигнала должно быть в пределах от одной до трех секунд.

В конструкции устройства должна быть предусмотрена регулировка компенсирующая расстояние между створками ворот за счет перемещения приемного кармана устройства.

2.3 Состав разработанного запирающего устройства

Вариант исполнения представлен на рисунке 2.1.

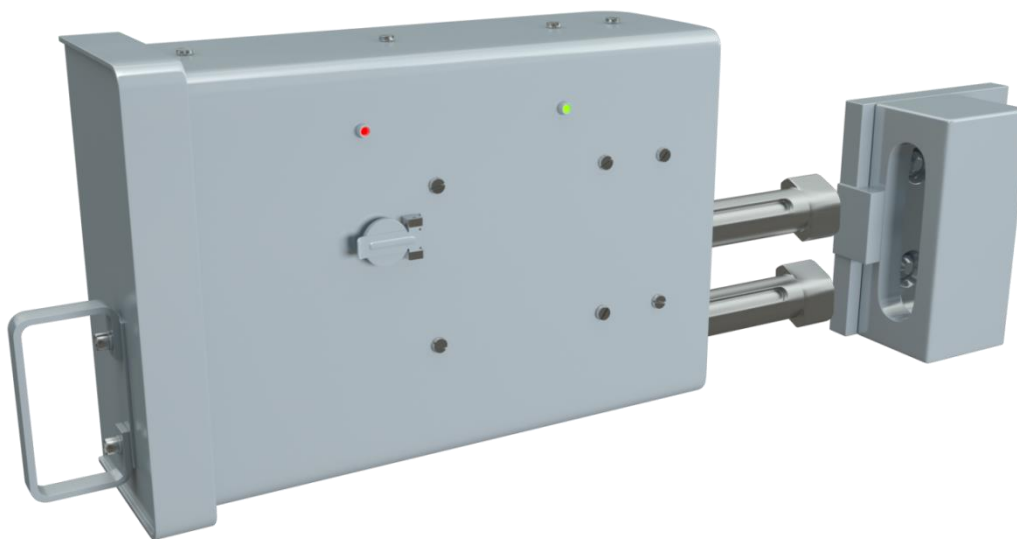


Рис. 2.1 – Вариант исполнения запирающего устройства
Монтаж устройства может производиться на металлические ворота.

Толщина створки или опоры, на которое устанавливается устройства должны быть толщиной от 50 до 120 мм.

Зазор между створками ворот должен быть не более 110 мм.

Перед установкой устройства на металлические ворота должна быть произведена разделка металлических створок.

Крепления необходимые для установки запирающего устройства входят в комплект изделия.

Монтаж устройства на решетчатые и сетчатые металлические ворота, при отсутствии цельной ровной поверхности производить на предварительно установленные металлические пластины с размерами не менее габаритных размеров прилегающих частей устройства.

2.4 Описание устройства и его работа

Принцип действия устройства основан на передаче крутящего момента мотор-редуктора на 2 ригеля запирающего устройства, которые в свою очередь перемещаются в полость приемного кармана и поворачиваются на 45° при закрытии и из полости приемного кармана при открытии.

В замке устройства применен электродвигатель переменного тока работающий при напряжении 220В который передает крутящий момент на установленный червячный редуктор. Через установленную в корпусе ось вращения соединяющий 2 ригеля устройства с валом редуктора передается крутящий момент, обеспечивающий их перемещение в заданном направлении. Редуктор является имеет показатели вондалоустойчивости.

Для обеспечения работы в требуемых климатических условиях в замке предусмотрен датчик измерения температуры который подает сигнал на микроконтроллер. При снижении температуры менее 10 °С подается питание на отапливаемый элемент, являющимся нагревательным кабелем. При достижении температуры плюс 15 °С в полости замка прекращается питание на нагревательный элемент. Для снижения показателей теплопотери полость в замке частично изолируют фольгоизолоном толщиной 4 мм. При изменении температуры в

полости замка образуется конденсат, для этого предусмотрено отверстие в нижней части корпуса замка для выхода влаги.

Замок является герметичным, это обеспечивается благодаря применению сальников, резиновых прокладок и нанесению герметика в местах установки розеток.

Для обеспечения удобства электромонтажа в изделии установлена печатная плата и розетка разъемного соединения.

В случае отключения электропитания, в приемном кармане устройства предусмотрен цилиндрический механизм, который при помощи ключа высвобождает ригель из приемного кармана.

Для компенсации расстояния между створками предусмотренная регулировка, позволяющая перемещать приемный карман в пазах накладок.

Конструкция устройства предусматривает возможность установки на откатные ворота и их запирания путем осуществления зацепления ригеля с осью приемного кармана.

Данная конструкция раскрывает предпочтительную форму выполнения предполагаемого замка электромоторного запирающего устройства, которая однако не является единственной возможной, что очевидно любому специалисту в данной области техники.

Описание схемы работы ЗУ в совокупности с приводами ворот (открытие):

- 1) Автотранспортное средство подъезжает к воротам КПП;
- 2) Происходит идентификация автотранспортного средства при помощи охраны, находящейся на КПП;
- 3) Охрана подает сигнал «Разблокировать» и «Открыть», при помощи пульта управления на контроллер;
- 4) Контроллер в свою очередь обрабатывает сигнал и передает его на ЗУ;
- 5) После чего происходит разблокировка и открывание ЗУ;
- 6) Далее сигнал возвращается на контроллер и передается на привода ворот;
- 7) Ворота открыты и разблокированы.

Описание схемы работы ЗУ в совокупности с приводами ворот (закрытие):

- 1) Охрана подает сигнал «Заблокировать» и «Заккрыть», при помощи пульта управления на контроллер;
- 2) Контроллер в свою очередь обрабатывает сигнал и передает его на привода ворот;
- 3) Далее сигнал возвращается на контроллер и передается на ЗУ;
- 4) Ворота закрыты и заблокированы

Схема работы ЗУ в совокупности с приводами ворот представленном на рисунке 2.2

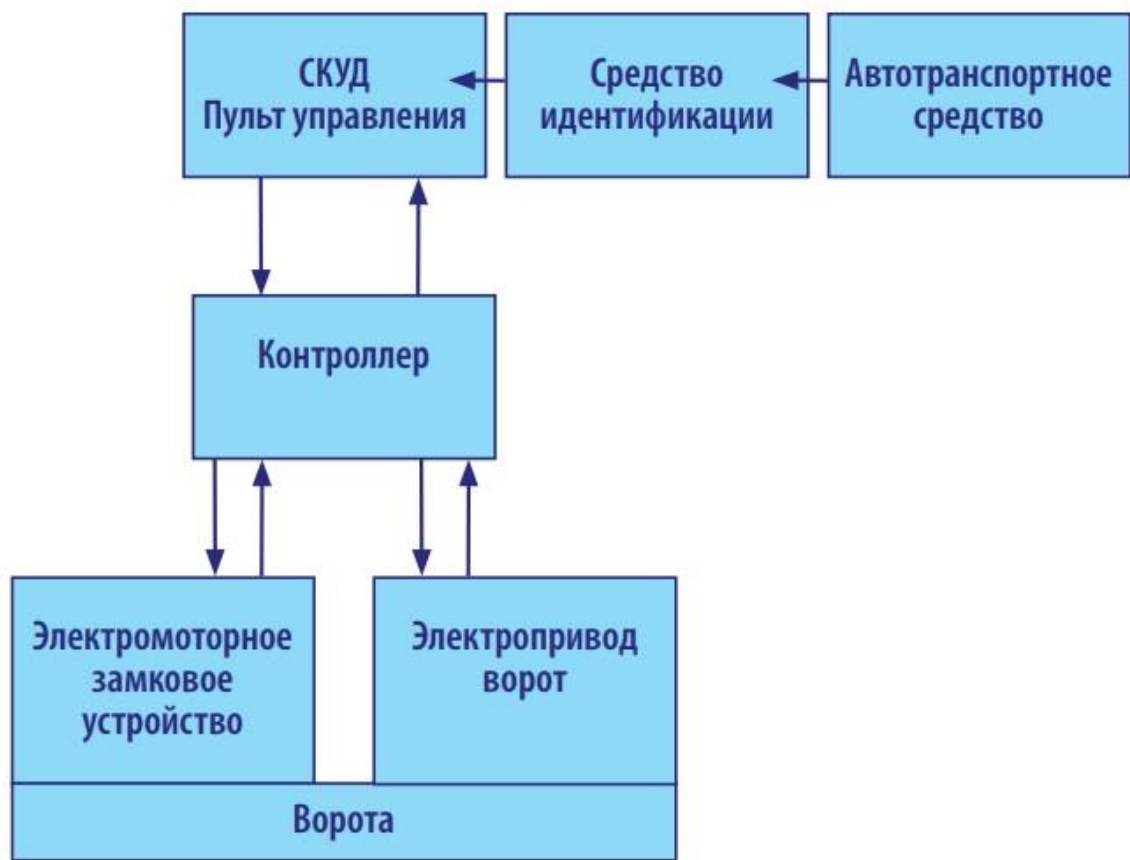


Рис. 2.2 - Схема работы ЗУ в совокупности с приводами ворот

Схема принципиальная ЗУ приведена на рисунке 2.3

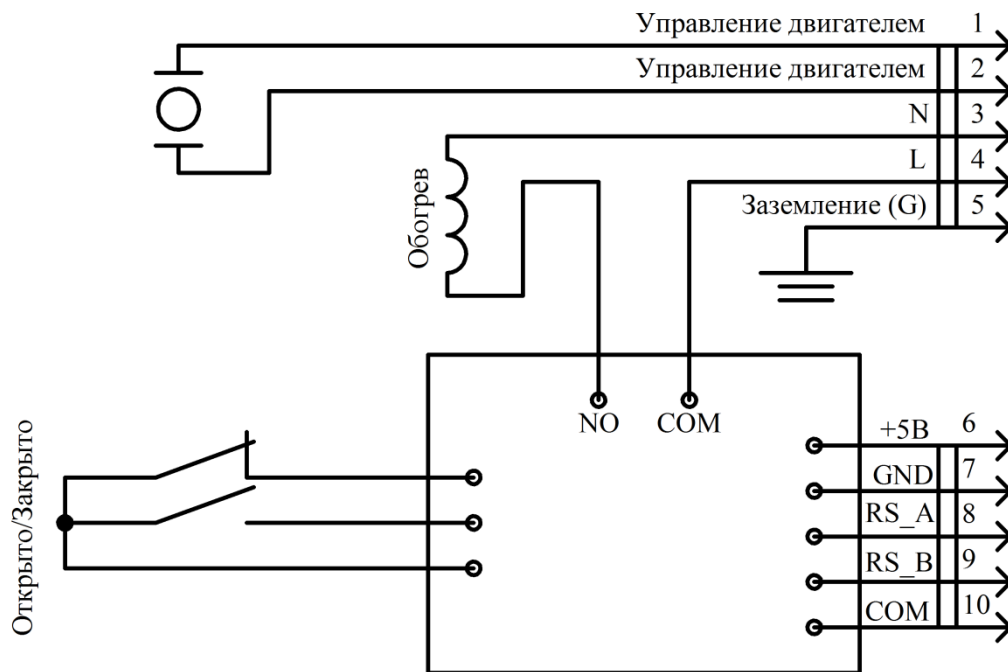


Рис. 2.3 - Схема принципиальная ЗУ

2.5 Параметры червячной передачи для запирающего устройства

Исходя из особенностей эксплуатации и конструкции устройства, необходима разработка редуктора, поскольку невозможно применение уже существующих редукторов предлагаемых на рынке.

Определяющим параметром червячной передачи можно принять его межосевое расстояние a_w . Далее исходя из ГОСТ 2144, находятся необходимые параметры для разработки червячной передачи («Передачи червячные цилиндрические. Основные параметры»).

После этого определяются параметры геометрических характеристик в соответствии с ГОСТ 19650 («Передачи червячные цилиндрические. Расчет геометрических параметров»).

Коэффициент смещения определяется по формуле [14]:

$$x = \frac{a_w}{m} - 0,5(z_2 + q); \quad (2.1)$$

Исходя из этого принимается тип червяка и определяется параметр делительного угла подъема γ

Делительный угол подъема определяется по формуле [14]:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \left(\frac{Z_1}{q} \right); \quad (2.2)$$

Далее определяются основные коэффициенты исходного червяка в соответствии с ГОСТ 19036 («Передачи червячные цилиндрические. Исходный червяк и исходный производящий червяк»):

- коэффициент радиального зазора у поверхности впадин червяка;
- коэффициент высоты витка;
- коэффициент высоты головки витка;
- коэффициент высоты ножки витка;
- коэффициент граничной высоты витка;
- коэффициент глубины захода;
- коэффициент расчётной толщины витка;
- коэффициент радиуса кривизны переходной кривой.

Далее определяется параметр начального угла подъема определяемого по формуле [14]:

$$\gamma_w = \operatorname{arctg} \left(\frac{Z_1}{q + 2x} \right); \quad (2.3)$$

После необходимо определить высоту витка по формуле [14]:

$$h_1^* = 2,0 + 0,2\cos(\gamma); \quad (2.4)$$

Затем определяется угол профиля в осевом сечении червяка по формуле [14]:

$$a_x = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} a_n}{\cos \gamma} \right); \quad (2.5)$$

Исходя из этого можем определить минимальное значение смещения коэффициента смещения червяка определяется по формуле [14]:

$$x_{min} = h_{a1}^* - \frac{Z_2 \sin^2 a_x}{2}; \quad (2.6)$$

Максимальное значение смещения коэффициента смещения червяка определяют по формулой [14]:

$$x_{max} = 0,05Z_2 - 0,64 + h_{a1}^* - 0,024a_x; \quad (2.7)$$

Основной угол подъёма находится по формуле [14]:

$$\gamma_b = \arccos(\cos(a_n) \cos(\gamma)); \quad (2.8)$$

Параметр диаметра червяка определяют по формуле [14]:

$$d_b = \frac{Z_1 m}{\operatorname{tg}(\gamma_b)}; \quad (2.9)$$

Делительный диаметр червяка определяется по формуле [14]:

$$d_1 = qm; \quad (2.10)$$

Делительный диаметр червячного колеса находят по формуле [14]:

$$d_2 = Z_2 m; \quad (2.11)$$

Начальный диаметр червяка определяют по формуле [14]:

$$d_{w1} = (q + 2x)m; \quad (2.12)$$

Высота витка червяка определяется по формуле [14]:

$$h_1 = h_1^* m; \quad (2.13)$$

Высота головки витка червяка находят по формуле [14]:

$$h_{a1} = h_{a1}^* m; \quad (2.14)$$

Диаметр витков червяка определяют по формуле [14]:

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}^* m; \quad (2.15)$$

Параметр диаметра вершин зубчатого червячного колеса определяется по формуле [14]:

$$d_{a2} = d_2 + 2(h_{a1}^* + x)m; \quad (2.16)$$

Далее для конкретного типа червяка принимают коэффициент K . После чего определяют наибольший диаметр червячного колеса по формуле [12]:

$$d_{ae2} = d_{a2} + \frac{6m}{Z_1 + K}; \quad (2.17)$$

Радиус кривизны переходной кривой червяка определяют по формуле [12]:

$$\rho_{f1} = \rho_{f1}^* m; \quad (2.18)$$

Длину нарезной части червяка находят по формуле [12]:

$$b_1 = 2 \sqrt{\left(\frac{d_{ae2}}{2}\right)^2 - \left(a_w - \frac{d_{a1}}{2}\right)^2 + \frac{\pi m}{2}}; \quad (2.19)$$

Исходя из величины параметра Z_1 определяют ширину венца зубчатого колеса.

Таким образом, можно определить геометрические параметры необходимые для разработки редуктора.

Для того, что бы препятствовать разрушительно воздействовать на ригель в закрытом состоянии устройства, редуктор должен обладать параметрами вондалоустойчивости. В связи с этим проводят прочностной расчет полученной червячной передачи.

Для обеспечения заданных технических характеристик определяют следующие параметры:

- вращающий момент на колесе T_2 ;
- частота вращения червяка n_1 ;
- условный угол обхвата d_2 ;

Далее определяют параметры в соответствии с ГОСТ 19650;

Определяют скорость скольжения на делительном диаметре червяка по формуле [15]:

$$v_{ск} = \gamma d_1 \frac{n_1}{(60 * 1000 * \cos(\gamma))}; \quad (2.20)$$

В зависимости от Z_2 принимают значение γ

Далее определяют напряжение изгиба по формул [15]:

$$s_F = 600 \frac{T_2}{Z_2 m^2 q y 2 d_2}; \quad (2.21)$$

После чего находят контактные напряжения по формуле [15]:

$$s_H = \frac{500}{m Z_2} \sqrt{\frac{Z_2}{2 d_1 2 d_2}}; \quad (2.22)$$

Для определения допускаемые напряжений зубьев червячных колёс необходимо принять марку материала из которого они будут изготавливаться. Исходя из этого определяют скорость скольжения s_{HP} и проверяют выполнение условий прочностного расчет.

Таким образом определяют, удовлетворяет ли червячная передача условиям прочности к вандальному воздействию.

Для обеспечения редуктором характеристик требуемых для перемещения ригеля и соответственно осуществления «открытия/закрытия» электромоторного запирающего устройства проводят прочностной расчет червячной передачи при ее штатном использовании.

Определяют скорость скольжения на делительном диаметре по формуле [15]:

$$v_{ск} = \gamma d_1 \frac{n_1}{(60 * 1000 * \cos(\gamma))}; \quad (2.23)$$

В зависимости от Z_2 принимают значение γ

Далее определяют напряжение изгиба по формуле [15]:

$$s_F = 600 \frac{T_2}{Z_2 m^2 q y 2 d_2}; \quad (2.24)$$

После чего определяют контактные напряжения по формуле [12]:

$$s_H = \frac{500}{m Z_2} \sqrt{\frac{Z_2}{2 d_1 2 d_2}}; \quad (2.25)$$

Исходя из этого проверяют выполнение условий прочностного расчета:

Таким образом определяют, удовлетворяет ли червячная передача условиям прочности при работе устройства в штатном режиме.

3 РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТНОЙ И ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ РЕДУКТОРА

3.1 Расчет геометрических параметров червячной передачи

Для разработки применимого к запирающему устройству редуктора потребовалось провести расчеты геометрических параметров червяка.

Исходя из получаемой конструкции устройства, можно вывести исходные данные для проведения необходимых расчетов.

Определяющим параметром червячной передачи принимаем его межосевое расстояние $a_w = 40$ мм (для наглядности см. рис. 3.1). Далее определяем его основные параметры согласно требованиям ГОСТ 2144 («Передачи червячные цилиндрические. Основные параметры»).

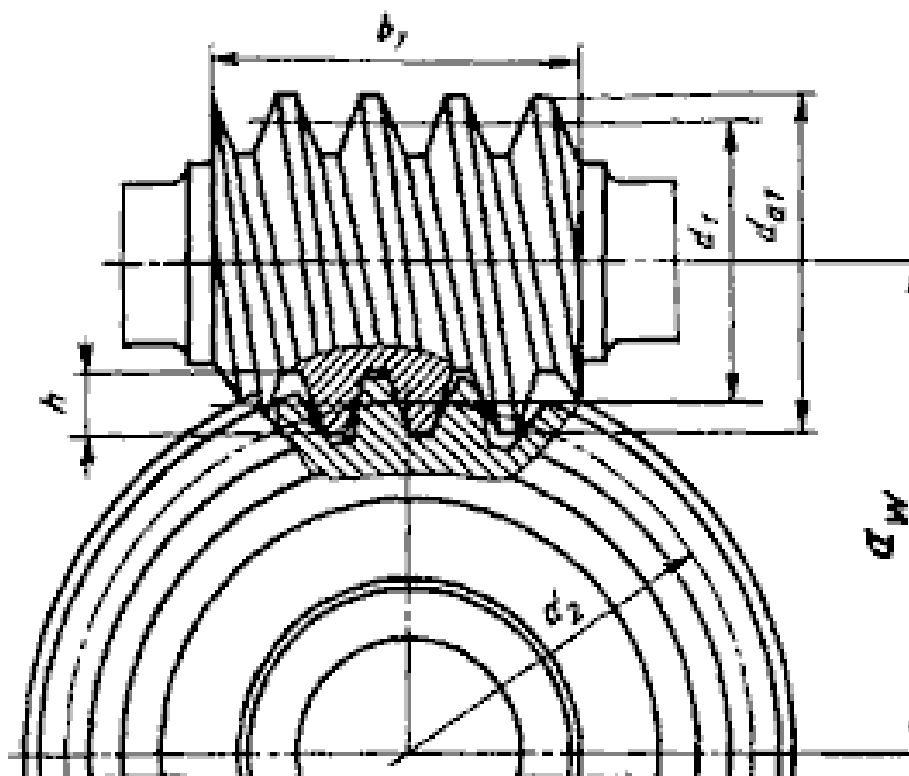


Рис. 3.1 – Геометрические параметры червячной передачи.

- число витков червяка $Z_1 = 1$;
- по первому ряду число зубьев зубчатого колеса $Z_2 = 63$;
- модуль $m = 1$ мм;
- коэффициент диаметра червяка $q = 16$.

Дополнительным параметром червячной передачи принимаем угол профиля в нормальном сечении червяка $\alpha_n = 20^\circ$.

Далее проведем расчет геометрических характеристик в соответствии с ГОСТ 19650 («Передачи червячные цилиндрические. Расчет геометрических параметров»).

Коэффициент смещения определяется по формуле:

$$x = \frac{a_w}{m} - 0,5(z_2 + q) = 0,5; \quad (3.1)$$

Принимаем тип червяка – ZI (эвольвентный) так как $x > 0$.

Коэффициент смещения $x=0$.

Делительный угол подъема определяется по формуле:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{Z_1}{q}\right) = 0,06242 \text{ Рад}; \quad (3.2)$$

Далее определяем основные коэффициенты исходного червяка в соответствии с ГОСТ 19036-94 («Передачи червячные цилиндрические. Исходный червяк и исходный производящий червяк»).

Коэффициент радиального зазора у поверхности впадин червяка:

$$c_1^* = 0,2;$$

$$- \text{коэффициент высоты витка: } h_1^* = 2,0 + c_1^* = 2,2$$

$$- \text{коэффициент высоты головки витка: } h_{a1}^* = 1,0;$$

$$- \text{коэффициент высоты ножки витка: } h_{f1}^* = 1,0 + c_1^* = 1,2;$$

$$- \text{коэффициент граничной высоты витка: } h_{l1}^* = 2,0;$$

$$- \text{коэффициент глубины захода: } h_w^* = 2,0;$$

$$- \text{коэффициент расчётной толщины витка: } S^* = 0,45\pi = 1,41372;$$

$$- \text{коэффициент радиуса кривизны переходной кривой: } \rho_{f1}^* = 0,2.$$

Продолжим расчет по ГОСТ 19650:

Начальный угол подъема определяем по формуле:

$$\gamma_w = \arctg\left(\frac{Z_1}{q + 2x}\right) = 0,06242 \text{ Рад}; \quad (3.3)$$

Высоты витка определяется формулой [4]:

$$h_1^* = 2,0 + 0,2\cos(\gamma) = 2,19961; \quad (3.4)$$

Угол профиля в осевом сечении червяка (см. рис. 3.2) рассчитывается по формуле:

$$a_x = \arctg \left(\frac{\operatorname{tg} a_n}{\cos \gamma} \right) = 0,3497 \text{ Рад.}; \quad (3.5)$$

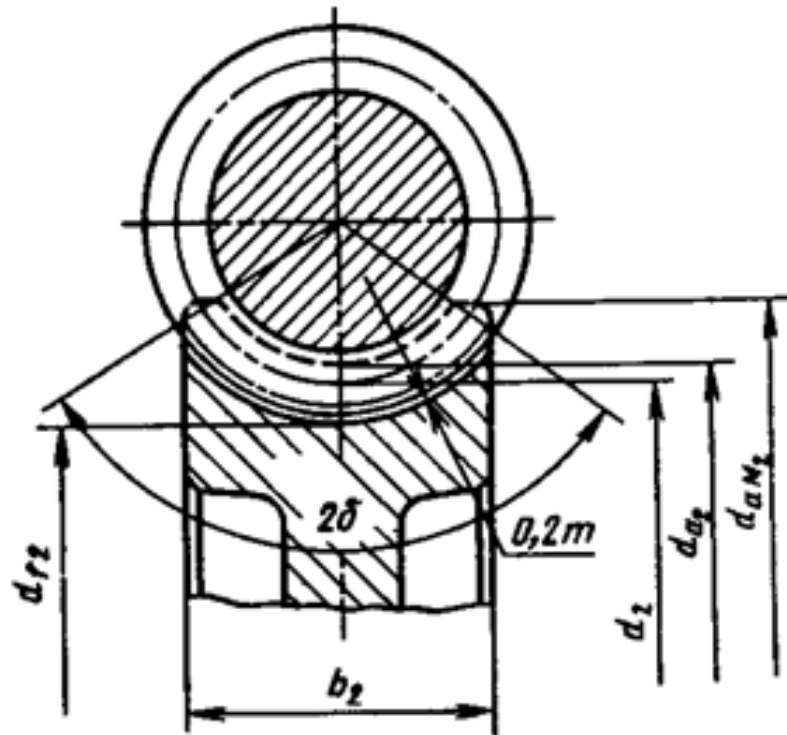


Рис. 3.2 – Сечение червяка и колеса плоскостью перпендикулярной к оси червяка.

Минимальное значение смещения коэффициента смещения червяка определяем по формуле:

$$x_{min} = h_{a1}^* - \frac{Z_2 \sin^2 a_x}{2} = -2,69765; \quad (3.6)$$

Максимальное значение смещения коэффициента смещения червяка определяется по формуле:

$$x_{max} = 0,05Z_2 - 0,64 + h_{a1}^* - 0,024a_x = 3,02913; \quad (3.7)$$

Основной угол подъёма рассчитывается по формуле:

$$\gamma_b = \arccos(\cos(a_n) \cos(\gamma)) = 0,35438 \text{ Рад.}; \quad (3.8)$$

Основной диаметр червяка определяем по формуле:

$$d_b = \frac{Z_1 m}{\operatorname{tg}(\gamma_b)} = 2,7027 \text{ мм}; \quad (3.9)$$

Делительный диаметр (см. рис 2.2) червяка определяется по формуле:

$$d_1 = qm = 16 \text{ мм}; \quad (3.10)$$

Делительный диаметр червячного колеса рассчитывается по формуле:

$$d_2 = Z_2 m = 63 \text{ мм}; \quad (3.11)$$

Начальный диаметр червяка определяем по формуле:

$$d_{w1} = (q + 2x)m = 16 \text{ мм}; \quad (3.12)$$

Высота витка червяка определяется по формуле:

$$h_1 = h_1^* m = 2,19961 \text{ мм}; \quad (3.13)$$

Высота головки витка червяка рассчитывается по формуле:

$$h_{a1} = h_{a1}^* m = 1 \text{ мм}; \quad (3.14)$$

Диаметр витков червяка определяем по формуле:

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}^* m = 18 \text{ мм}; \quad (3.15)$$

Диаметр вершин зубчатого червячного колеса определяется по формуле:

$$d_{a2} = d_2 + 2(h_{a1}^* + x)m = 65 \text{ мм}; \quad (3.16)$$

Принимаем $K = 2$ для червяка ZI. Наибольший диаметр червячного колеса рассчитывается по формуле:

$$d_{ae2} = d_{a2} + \frac{6m}{Z_1 + K} = 67 \text{ мм}; \quad (3.17)$$

Радиус кривизны переходной кривой червяка определяем по формуле:

$$\rho_{f1} = \rho_{f1}^* m = 0,2 \text{ мм}; \quad (3.18)$$

Длина нарезной части червяка определяется по формуле:

$$b_1 = 2 \sqrt{\left(\frac{d_{ae2}}{2}\right)^2 - \left(a_w - \frac{d_{a1}}{2}\right)^2} + \frac{\pi m}{2} = 25,52025 \text{ мм}. \quad (3.19)$$

Поскольку $Z_1 < 3$ ширина венца зубчатого колеса рассчитывается по формуле:

$$b_2 = 0,75 d_{a1} = 13 \text{ мм}; \quad (3.20)$$

Радиус выемки определяем по формуле:

$$r_k = 0,5 d_1 - h_{a1} = 7 \text{ мм}; \quad (3.21)$$

Таким образом мы определили геометрические параметры необходимые для разработки редуктора.

3.2 Прочностной расчет червячной передачи на вандалоустойчивость

Для того, что бы препятствовать нарушителю воздействовать на ригель в закрытом состоянии устройства, редуктор должен обладать параметрами вандалоустойчивости. В связи с этим необходимо провести прочностной расчет полученной червячной передачи.

Принимаем следующие параметры движения передачи для обеспечения заданных технических характеристик:

- вращающий момент на колесе $T_2 = 1250 \text{ Нм}$;
- частота вращения червяка $n_1 = 0,001 \text{ с}^{-1}$;
- условный угол обхвата $2d_2 = 90^\circ$.

Далее проведем расчет параметров по ГОСТ 19650;

Скорость скольжения на делительном диаметре червяка определим по формуле:

$$v_{ск} = \gamma d_1 \frac{n_1}{(60 * 1000 * \cos(\gamma))} = 0,000000839 \text{ м/с}; \quad (3.37)$$

В зависимости от Z_2 принимаем $y = 0,14205$;

Напряжение изгиба определяется по формуле:

$$s_F = 600 \frac{T_2}{Z_2 m^2 q y 2 d_2} = 58,1992 \text{ МПа}; \quad (3.38)$$

Контактные напряжения рассчитываются по формуле:

$$s_H = \frac{500}{m Z_2} \sqrt{\frac{Z_2}{2 d_1 2 d_2}} = 5,22863 \text{ МПа}; \quad (3.39)$$

Для определения допускаемые напряжений зубьев червячных колёс примем марку материала – чугун СЧ 20. Для такого материала допускаемое напряжение на изгиб $s_{HP} = 60 \text{ МПа}$.

Определим материалы червяка и колеса для принятия величины контактного движения в зависимости от скорости скольжения s_{HP} :

- марка материала червяка – сталь 45;
- марка материала колеса – чугун СЧ 15.

Исходя из этого принимаем $s_{HP} = 169,2068 \text{ МПа}$.

Проверяем выполнение условий прочностного расчета [4]:

$$s_H = 5,22863 \leq s_{HP} = 169,2068; \quad (3.40)$$

Что составляет 3,07567% от предельного значения – условие прочности выполнено [4];

$$s_F = 58,1992 \leq s_{FP} = 60; \quad (3.41)$$

Что составляет 96,99867% от предельного значения – условие выполнено.

Таким образом рассчитанная червячная передача удовлетворяет условиям прочности к вандальному воздействию.

3.3 Прочной расчет червячной передачи в штатном режиме

Для обеспечения редуктором характеристик требуемых для перемещения ригеля и соответственно осуществления «открытия/закрытия» электромоторного

запирающего устройства необходимо провести прочностной расчет на прочность червячной передачи при ее штатном использовании.

Примем следующие параметры движения передачи для обеспечения заданных технических характеристик:

- вращающий момент на колесе $T_2 = 1250$ Нм;
- частота вращения червяка $n_1 = 0,001$ с⁻¹;

Далее проведем расчеты по определению выполнения условий прочности.

Рассчитаем скорость скольжения на делительном диаметре по формуле:

$$v_{ск} = \gamma d_1 \frac{n_1}{(60 * 1000 * \cos(\gamma))} = 0,00661 \text{ м/с}; \quad (3.42)$$

В зависимости от Z_2 принимаем $y = 0,14205$;

Напряжение изгиба определяется по формуле:

$$s_F = 600 \frac{T_2}{Z_2 m^2 q y 2 d_2} = 0,55871 \text{ МПа}; \quad (3.43)$$

Контактные напряжения рассчитываются по формуле:

$$s_H = \frac{500}{m Z_2} \sqrt{\frac{Z_2}{2 d_1 2 d_2}} = 0,5123 \text{ МПа}; \quad (3.44)$$

Проверяем выполнение условий прочностного расчета:

$$s_H = 0,5123 \leq s_{HP} = 169,2068; \quad (3.45)$$

Что составляет 0,30277% от предельного значения – условие прочности выполнено;

$$s_F = 0,55871 \leq s_{FP} = 60; \quad (3.46)$$

Что составляет 0,93118% от предельного значения – условие выполнено.

Таким образом рассчитанная червячная передача удовлетворяет условиям прочности при работе в штатном режиме.

Вывод

В результате выполнения работы было проведено исследование по влиянию изменения длины ригеля на необходимую мощность привода и построен соответствующий график, а так же произведен расчет червячной передачи для разрабатываемого редуктора.

4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «НАКЛАДКА» НА СТАНКЕ С ЧПУ

4.1 Описание конструкции, назначение детали и анализ технологичности конструкции детали

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

Накладка имеет уступ, паз, карман, 6 резьбовых отверстий с зенковкой, 6 сквозных гладких отверстий с цековкой и 2 внешних галтели. 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 установка. 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: . Габаритные размеры детали лист $\frac{\text{Б-ПУ-25 ГОСТ19903-74}}{\text{СтЗпс ГОСТ 14637-89}}$ 515_{-0,23}х180_{-1,85}х25 исходя из таблицы 1 ГОСТ 12169 принимаем необходимый размер заготовки 518х183х25.

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 (универсальный станок);
4. Фрезерная (станок с ЧПУ);
5. Слесарная;
6. Прием ОТК.

В соответствии с порядком операции можно предложить следующий технологический маршрут обработки (см. табл. 4.1).

Таблица 4.1 – План обработки детали

№	Наименование операции или перехода	Норма времени
1	Заготовительная	$t_{шт} = 3 \text{ мин. } 46 \text{ сек.}$
1.1	Положить соответствующий спецификации лист на стол для резки	$t_0 = 10 \text{ сек.}$
1.2	Резать лист на заготовки по соответствующей программе	$t_{шт} = 3 \text{ мин. } 36 \text{ сек.}$
2	Слесарная	$t_{шт} = 5 \text{ мин.}$
2.1	Отбить шлак, грат, наплывы металла, снять заусенцы	$t_{шт} = 5 \text{ мин.}$
3	Фрезерная	$t_{шт} = 16 \text{ мин. } 41 \text{ сек.}$
3.1	Установить, закрепить деталь-заготовку	$t_{шт} = 3 \text{ мин.}$
3.2	Фрезеровать поверхность как чисто	$t_0 = 2 \text{ мин. } 12 \text{ сек.}$
3.3	Переустановить деталь-заготовку	$t_{шт} = 3 \text{ мин.}$
3.4	Фрезеровать поверхность выдержав	$t_0 = 4 \text{ мин. } 21 \text{ сек.}$

№	Наименование операции или перехода	Норма времени
	размеры согласно чертежу 360 _{-0,23} x215 _{-1,85} x35	
3.5	Фрезеровать галтели выдержав размеры согласно чертежу R20H14	$t_o = 4$ мин. 08 сек.
4	Фрезерная	$t_o = 2$ ч. 27 мин. 51 сек.
4.1	Фрезеровать уступ	$t_o = 20$ мин. 48 сек.
4.2	Центровать отверстие выдержав размеры согласно чертежу	$t_o = 1$ мин. 35 сек.
4.3	Сверлить шесть отверстий $\varnothing 24$ выдержав размеры согласно чертежу	$t_o = 1$ мин. 25 сек.
4.4	Сверлить шесть отверстий $\varnothing 14$ под резьбу М168Н выдержав размеры согласно чертежу	$t_o = 48$ сек.
4.5	Зенковать шесть отверстий $\varnothing 14$ под резьбу М168Н выдержав размер $2 \times 45^\circ$ согласно чертежу	$t_o = 1$ мин. 26 сек.
4.6	Нарезать сквозную резьбу М168Н выдержав размер согласно чертежу	$t_o = 1$ мин. 1 сек.
4.7	Фрезеровать шесть цековок $\varnothing 32$ на глубину 23 выдержав размер согласно чертежу	$t_o = 4$ мин. 54 сек.
4.8	Переустановить, закрепить заготовку	$t_{шт} = 3$ мин.
4.9	Сверлить отверстие $\varnothing 24$ согласно карте эскизов	$t_o = 28$ сек.
4.10	Фрезеровать карман на глубину $20^{+0,52}$ выдержав размер согласно чертежу	$t_o = 1$ ч. 40 мин. 26 сек.
4.11	Фрезеровать паз выдержав размер по чертежу	$t_{шт} = 12$ мин.
5	Слесарная	$t_{шт} = 3$ мин.

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

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. Методика расчета времени операций приведена в п. 4.6.

4.3 Выбор типа производства и формы организации технологического процесса

Для единичных технологических проектов может быть использован другой метод — расчет коэффициента загрузки оборудования (рассчитывается время необходимое для загрузки).

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

Где: — средняя норма времени на операции (8,97 мин.); — годовая программа выпуска (500 шт.); — годовой действительный фонд времени (4015 часов); n — коэффициент загрузки каждого рабочего места (0,75). $t_{шт.ср} N F_q$

В результате расчета , т.е. полученное значение соответствует мелкосерийному производству. $K_{об} = 0,024$

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 и режущих инструментов

Выбор металлорежущих станков для изготовления предложенной детали осуществлен на основании методики, изложенной в таблице 4.1.

Выбранные металлорежущие станки предложены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Выбранные металлорежущие станки

Операция	Наименование операции	Станок	Основные технические характеристики станка
1	Заготовительная	Установка плазменной резки «VANAD ARE-NA»	Толщина листа под резку плазмой: 1-60 мм.; Максимальная обслуживаемая площадь: от 1700x3500 мм. до 3200x21000 мм.; Точность позиционирования не более $\pm 0,25$ мм.; Операционная скорость: 17 м/мин.
3	Фрезерная	Широкоуниверсальный фрезерный станок 6Т82Ш	Размеры рабочей поверхности стола: 1250x320 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
4	Фрезерная	Фрезерный обрабатывающий центр LCV-500	<p>Перемещение X/Y/Z: 1050x520x520 мм.;</p> <p>Расстояние от рабочей поверхности до торца шпинделя: 130-650 мм.;</p> <p>Несущая способность: 800 кг.;</p> <p>Размер стола: 1200x510 мм.;</p> <p>Мах крутящий момент шпинделя: 9,7 Нм.</p>

Внешний вид фрезерного обрабатывающего центра LCV-500 приведен на рисунке 4.1.

Выбор режущих инструментов осуществляется в зависимости от метода обработки, формы и размеров обрабатываемой поверхности, ее точности и шероховатости, обрабатываемого материала, заданной производительности и периода стойкости (замены) инструмента [1].

По возможности используются стандартные инструменты. Выбранные инструменты сведены в таблицу 4.3.



Рисунок 4.1 – Обрабатывающий фрезерный центр LCV-500

Таблица 4.3 – Режущие инструменты

Наименование технологических переходов и операций	Наименование и обозначение режущего инструмента	Марка режущего материала
3.1	Фреза торцевая с механическим креплением пластин ГОСТ 26595-85	BK8
3.2	Фреза дисковая радиусная ГОСТ 9306-93	P6M5
4.1	Фреза торцевая $\varnothing 63$ Korloy AMCM3064H5-K	Твердый сплав с покрытием TiAlN
4.2	Центровка 2А ГОСТ 14952-75	P6M5
4.3, 4.9	Сверло ZCC $\varnothing 63$ 15345SU3-2400	YJ303
4.4	Сверло ZCC $\varnothing 14$ 15345SU3-1400	YJ303

Наименование технологических переходов и операций	Наименование и обозначение режущего инструмента	Марка режущего материала
4.5	Зенковка ZCC5601R904FM-2000	YJ303
4.6	Метчик YJ1 TTS 33426	HSS-E с покрытием TiAlN
4.7	Фреза $\varnothing 12$ ZCCPMUE-D12	YJ303
4.10, 4.10	Фреза $\varnothing 16$ ZCCPM-4ED16	YJ303

4.5 Выбор приспособлений

Выбор приспособлений осуществлялся по возможности из числа стандартных или из типовых конструкций станочных приспособлений.

Критерием выбора является вид механической обработки, точность обработки поверхности, габаритные размеры и масса заготовки, тип станка, расположение поверхности по отношению к технологическим базам [2].

При выборе станочных приспособлений учитывались:

- вид механической обработки;
- модель станка;
- режущие инструменты;
- тип производства.

Выбранные станочные приспособления представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Станочные приспособления

Операция	Наименование операции	Наименование и обозначение приспособления
3	Фрезерование	Тиски станочные шириной губок 200 мм 7200-0304 по ГОСТ 20746-84

Операция	Наименование операции	Наименование и обозначение приспособления
4	Фрезерование	Тиски Kurt PB 3500

Далее проведем выбор инструментальных приспособлений, при выборе учитывались:

- вид механической обработки;
- конструкция посадочного места станка;
- форма и размеры инструмента (его хвостовика).

Выбранные инструментальные приспособления приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Инструментальные приспособления

Операция	Наименование операции	Наименование приспособление
3.1	Фрезерная	Оправка для торцевых фрез ISO 50
3.2	Фрезерная	Оправка для дисковых фрез по ГОСТ 27304-87
4	Фрезерная	Оправка патрон цанговый BT-40ER32

4.6 Выбор средств измерений и контроля размеров

Выбор средств измерения контроля будем производить для наиболее ответственных параметров детали:

- габаритные размеры;
- размеры паза;
- резьбовые отверстия.

Резьбовые и гладкие отверстия измеряются калибрами пробками соответствующих размеров.

Данные выбора представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Средства измерения и контроля

Вид операции контроля	Наименование и марка прибора	Метрологическая характеристика
1. Измерение длины детали, ширины и высоты детали	Штангенрейсмас (с отсчетом по нониусу) 41Р по ГОСТ 164-80	Предел измерения 40-400 мм.; Цена деления: 0,05 мм.; Вылет измерительных губок: 80 мм.; Погрешность: $\pm 0,05$ мм.
2. Измерение длины детали, ширины и высоты детали	Штангенциркуль ШЦ-II-200-0,05-1 ГОСТ 166-89	Диапазон измерения: от 0 до 200 мм.; Значение отсчета по нониусу 0,05 мм.; Шаг дискретности цифрового отсчета устройства: 0.01; Цена деления шкалы отсчетного устройства: 0.02;
3. Измерение глубины	Глубинометр ГМЦ50 по ГОСТ 7470-92	Цена деления шкалы - 0,01 мм.; Измерительное усилие глубиномера - от 3 до 7 Н; Диапазон измерений глубиномера: от 0 до 50.
4. Контроль шероховатости	Образцы шероховатостей по ГОСТ 9378-93 №21007	Допускаемое отклонение среднего значения Ra от номинального, +12, -17%

Измерение взаимного расположения точных отверстий производится на оптическом столе координатно-расточного станка.

Внешний вид набора образцов шероховатостей представлен на рис. 4.2.

Можно предложить следующую методику измерения: измерению подвергается, например, каждая пятая деталь партии и если обнаруживается отклонение от допустимых погрешностей, то проверяются все следующие детали, в случае если количество отбраковки превышает среднестатистический уровень производится контроль металлорежущего оборудования.

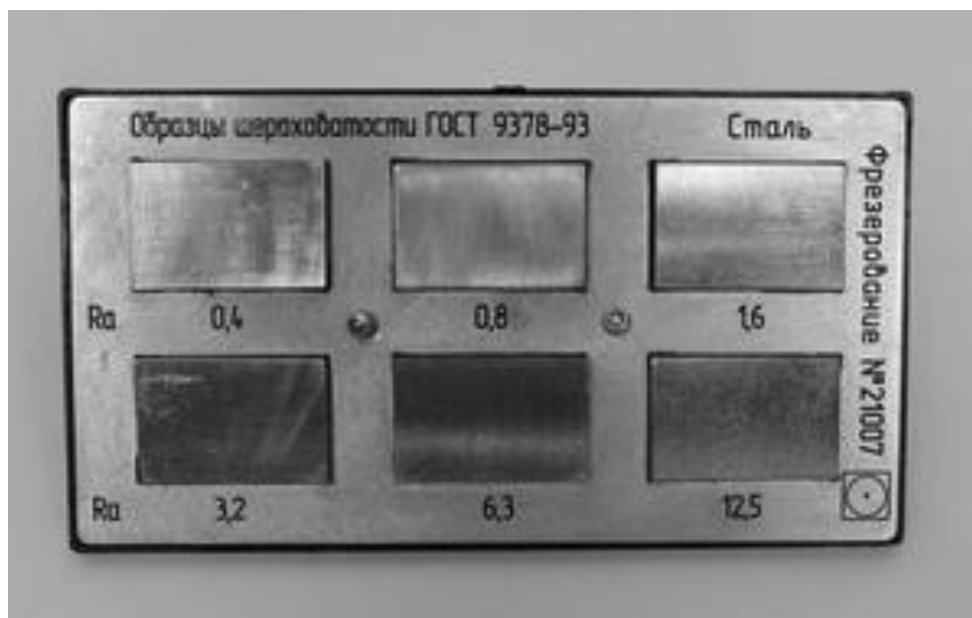


Рисунок 4.2 – Набор образцов-эталонов шероховатости поверхности.

4.7 Техническое нормирование времени операций

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

$$T_{шт.к} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{п} + T_{п.з}; \quad (4.2)$$

где:

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

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

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

$$T_{\text{тех}} = 0,06(T_o + T_v); \quad (4.3)$$

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

$$T_{\text{орг}} = 0,06(T_o + T_v); \quad (4.4)$$

$T_{\text{п}}$ - Время регламентированных перерывов, находится по формуле:

$$T_{\text{п}} = 0,025(T_o + T_v); \quad (4.5)$$

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

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

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

$$T_{\text{п.з}} = a \frac{60}{N} = 20 \frac{60}{500} = 2,4 \text{ мин}; \quad (4.7)$$

Нормы времени представлены в таблице 4.1.

4.8 Программирование станка с ЧПУ

Перемещения режущего инструмента (Фреза торцевая $\varnothing 63$ Korloy AMCM3064H5-K) при чистовой фрезерной обработке уступа приведены в таблице 4.7.

Траектория движения инструмента на переход в операции 4.1 представлена на рис. 4.3. Выполняемая операция отображена на рис. 4.4.

Таблица 4.7 – перемещения фрезы на станке с ЧПУ по операции 4.1.

Адрес инструмента	№ участка траектории, перемещение инструмента по координатам				
T90	1) x – 160,2	2) x – 215,6	3)	4) x – 217,7	5)
	y – 252,7		y – 168,0		y – 125,7
	6) x – 217,7	7)	8) x – 217,79	9)	10) x – 217,7
		y – 83,4		y – 41,1	

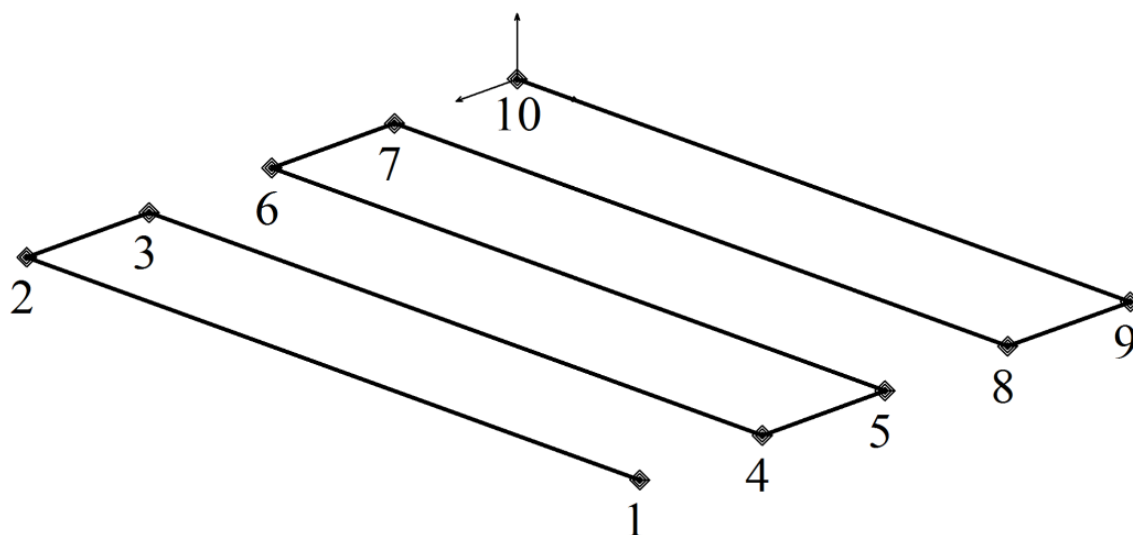


Рисунок 4.3 – Траектория движения инструмента на переход по операции 4.1

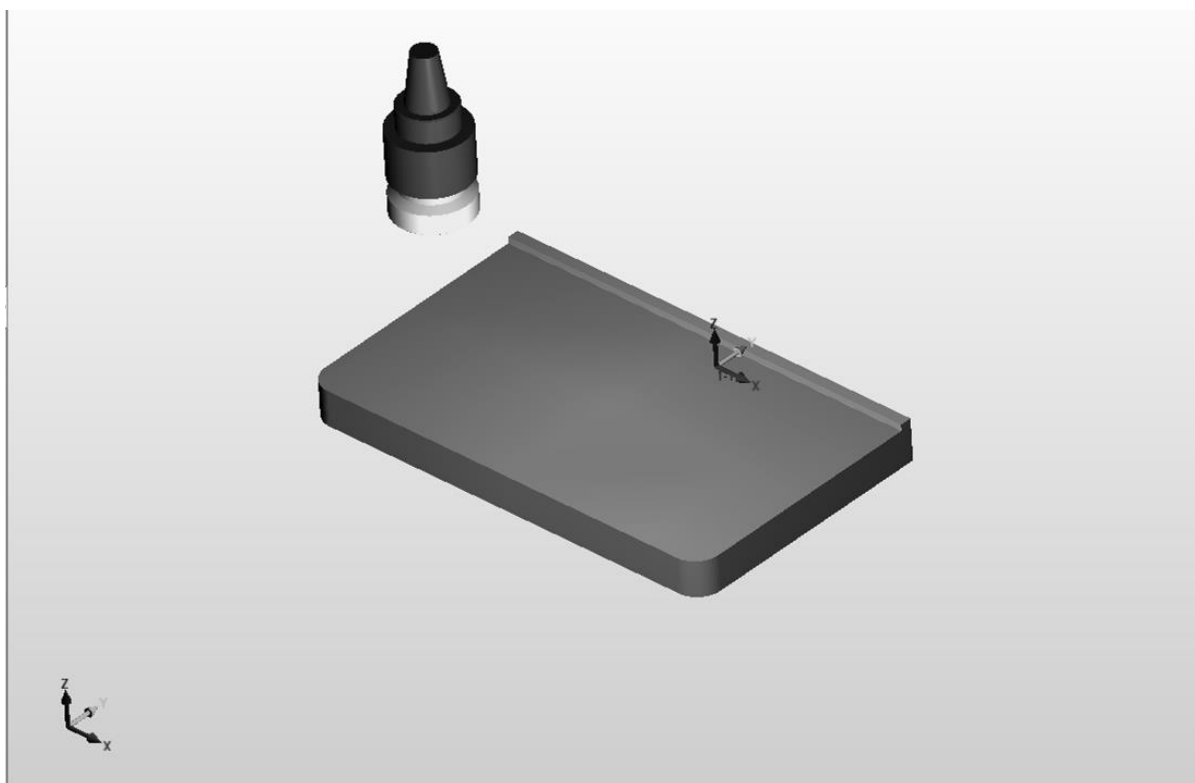


Рис. 4.4 – Операция по фрезерованию уступа

Вывод

В результате выполнения работы был разработан технологический процесс изготовления детали входящей в состав устройства с использованием программного обеспечения AutoCAD в системе программирования Fanuc.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения диссертации была разработана конструкция электромоторного запирающего устройства. Представлен технологический процесс изготовления детали из состава запирающего устройства с применением программирования на станке с ЧПУ.

Приведенная конструкция при использовании в воротной системе с автоматическим «Открытием-Закрытием» створок, позволяет повысить автоматизацию процесса и улучшить показатели пропускной способности воротных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулович, Л.М, В.К. Шелег. Основы автоматизированного проектирования техно-логических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – Минск : Новое знание, 2012. – 488 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2914 – Загл. с экрана.
2. 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.
3. Вальков В.М. Автоматизированные системы управления технологическими процессам: учебник. – Л.: Машиностроение, 2009. – 240 с.
4. Ваньшин А.И., Печников А.Ф. Расчет червячных передач. Методические указания для студентов всех специальностей. – СПб.: Недра, 2011 – 28 с.
5. 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.
6. 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.
7. Горбачев 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.
8. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. – М.: Изд во стандартов «Стандартинформ» , 1969 – 60 с.
9. ГОСТ 12169-1982. Заготовки стальные, вырезаемые кислородной резкой. – Введ. 1982. – М.: Изд-во стандартов, 1982 – 7 с.
10. ГОСТ 12.2.007.0-1975. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – Введ. 1975. – М.: Изд-во стандартов ССБТ, 1975 – 12 с.

11. 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.
12. ГОСТ 19036-1994. Передачи червячные цилиндрические. Исходный червяк и исходный производящий червяк. — Введ. 1994. — М.: Изд-во стандартов, 1994 — 8 с.
13. ГОСТ 19091-2012. Замки, защелки, механизмы цилиндрические. Методы испытаний. — М.: Изд-во стандартов, 2012 — 25 с.
14. ГОСТ 19650-1997. Передачи червячные цилиндрические.— Введ. 1997. — М.: Изд-во стандартов, 1997 — 12 с.
15. ГОСТ 19672-1974. Модули и коэффициенты диаметра червяка. — Введ. 1974. — М.: Изд-во стандартов, 1974 — 6 с.
16. ГОСТ 25069-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей. — М.: Изд-во стандартов, 1981 — 15 с.
17. ГОСТ 32137-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний. — Введ. 2013. — М.: Изд-во стандартов (ТК 322), 2013 — 37 с.
18. ГОСТ 5089-2011. Замки, защелки, механизмы цилиндрические. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 2011 — 46 с.
19. ГОСТ Р 51053-2015. Замки сейфовые. Требования и методы испытаний на устойчивость к несанкционированному открыванию. — Введ. 2015. — М.: Изд-во стандартов, 2015 — 40 с.
20. ГОСТ Р 51242-1998. Конструкции защитные механические и электромеханические для дверных и оконных проемов. Технологические требования и методы испытаний на устойчивость к разрушающим воздействиям. — Введ. 1998. — М.: Изд-во стандартов, 1998 — 33 с.
21. ГОСТ 52582-2006. Замки для защитных конструкций. Требования и методы испытаний на устойчивость к криминальному открыванию и взлому. — М.: Изд-во стандартов, 2006 — 15 с.

22. ГОСТ Р 52860-2007. Технические средства физической защиты. Общие технические требования – Введ. 2007. – М.: Издво стандартов , 2015 – 27 с.
23. ГОСТ Р 52551-2006 Системы охраны и безопасности. Термины и определения. – Введ. 2006. – М.: Издво стандартов (№106), 2006 – 16 с.
24. ГОСТ 538-2014. Изделия замочные и скобяные. Общие технические условия. – М.: Издво стандартов , 2014 – 14 с.
25. ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004. – М.: Издво стандартов , 203 – 196 с.
26. Давыдов Ю.Л., Кузьмичев В.В. Средства и системы для защиты периметров объектов – СПб.: Машиностроение, 1999 – 36 с.
27. Ларин А.И., Звездинский С.С. Заграждение как элемент комплекса технических средств охраны периметра. Современные технологии безопасности. - М. ООО ИД «Альянс»-2002г. – 17 с.
28. НП-031-01. Бугаев Е.Г., Бедняков В.Г., Букринский А.М, Калиберда И.В. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. – Введ. 2002. – М.: Издво стандартов, 2002 – 25 с.
29. Патент RU № 84 040 U1, кл. Е 05 В 47/06. Электромеханическое запирающее устройство. /Абрамов В. И., Ходоров Н. С., Андреев С. Б. и др./ по заявке 2008138662/22, бюл. № 18 от 27.06.09.
30. Патент RU № 93 110 U1, кл. Е 05 В 47/06. Электромеханическое запирающее устройство. /Абрамов В. И., Потемкин Е. А., Андреев С. Б. и др./ по заявке 2009142248/22, бюл. № 11 от 20.04.10.
31. Передрей Ю.М, Юзбашев Н.Н. Математические методы в технологии машиностроения. Критерии подобия технологических систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. – Электрон. дан. – Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2012. – 40 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62597 – Загл. с экрана.
32. Р 78.36.017-2012. Об эффективном применении запирающих устройств, имеющих на отечественном рынке, при организации охраны имущества граждан

и организации: методические рекомендации. – Введ. 2012. – М.: Изд-во стандартов, 2012 – 157 с.

33. Р 78.36.032-2013. Инженерно-техническая укрепленность и оснащение техническими средствами охраны объектов, квартир и МХИГ, принимаемых под централизованную охрану подразделения вневедомственной охраны: методические рекомендации. . – Введ. 2013. – М.: Изд-во стандартов, 2013 – 84 с.

34. Синотин А.М. Валы и оси. Прикладная механика и основы конструирования. – СПб.: Недра, 2011 – 28 с.