Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра Технология машиностроения, станки и инструменты

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, проф.
_____А.В. Козлов
20.06 2016 г.

«Проектирование автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента. Часть 1»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–220700.2016.471.00 ПЗ

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
доцент
_____А.В. Бобылев
15 июня 2016 г.

Руководитель проекта,
доцент
_____А.В. Бобылев
15 июня 2016 г.

Автор проекта
студент группы ФТТ-402
_____М.К. Педяш
15.06 2016 г.

Нормоконтролер,
доцент
_____С.П. Максимов
15 06 2016 г.

Златоуст
2016

№ документа			

220700.2016.471.00 ПЗ

Лист 7

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте

Факультет Техники и технологии
Специальность 220700 Автоматизация технологических процессов и производств
Кафедра Технология машиностроения, станки и инструменты

УТВЕРЖДАЮ
/Зав. кафедрой
_____ /Козлов А.В./
_____20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Педяш Марины Константиновны

Группа ФТТ-402

1 Тема работы Проектирование автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента. Часть 1

утверждена приказом по университету от «_15_» апреля 2016 г. № __661

2 Срок сдачи студентом законченной работы ____17 июня _____2016 г.

3 Исходные данные к работе

1 Планировка цеха

2 Материал преддипломной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

Аннотация

Оглавление

Введение

1 Исследовательский раздел. Обзор существующего оборудования автоматизированных складов: штабелеры, стеллажи, тара. Критический ана оборудования. Требования к автоматизированному складу инструмента .

2 Конструкторский раздел. Цели и задачи. Функциональная схема. Разработ поворотного стола. Алгоритм работы поворотного стола. Разработка констр поворотного стола. Расчет на прочность и надежность. Разработка плана расположения оборудования.

3 Безопасность жизнедеятельности. Анализ опасных и вредных факторо эксплуатации и обслуживании автоматизированного склада инструмента. О требований микроклимата помещений. СЗ и безопасности в автоматизирова системах.

4 Экономический раздел.

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Цели и задачи. Планировка до автоматизации — 1 л
2. Обзор существующих конструкций штабелеров — 1 л
3. Алгоритм работы поворотного стола — 1 л
4. Стол поворотный — 1 л
5. Планировка склада после автоматизации — 1 л

Всего 5 листов

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Бобылев А.В.		

7 Дата выдачи задания 3 июня 2016

Руководитель Бобылев Андрей Викторович (ФИО) (подпись)

Задание принял к исполнению 3 июня 2016

Студент-дипломник Педяш Марина Константиновна (ФИО) (подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
Введение	4 июня 2016	
Исследовательский раздел	6 июня 2016	
Конструкторский раздел	10 июня 2016	
Безопасность жизнедеятельности	11 июня 2016	
Экономический раздел	13 июня 2016	
Оформление проекта	14 июня 2016	

АННОТАЦИЯ

Педяш М.К. Проектирование автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента. Часть 1 – Златоуст: филиал ЮУрГУ, факультет техники и технологии, 86 с., 32 ил., библиогр. список – 14 наим, 2 прил.

Цель работы – спроектировать автоматизированный склад

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 13
1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ 16
1.1 Обзор существующего оборудования складов 16
1.1.1 Штабелеры 16
1.1.2 Стеллажи 20
1.1.3 Тара 21
1.2 Критический анализ 23
1.2.1 Краны-штабелеры 23
1.2.2 Стеллажи 29
1.2.3 Тара 34
1.3 Требования к автоматизированному складу инструмента 37
1.3.1 Общие требования к помещениям кладовых: 37
1.3.2 Хранение инструмента в автоматизированном складе мелкогабаритного инструмента. 38
1.3.3 Поступление инструмента в автоматизированный склад мелкогабаритного инструмента 39
1.3.4 Передача инструмента 40
1.3.5 Передача неликвидов и временно снятого с производства инструмента кладовую неликвидов 40
1.3.6 Списание инструмента 41
1.3.7 Требования к крану-штабелеру 41
2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ 43
2.1 Цели и задачи 43
2.2 Функциональная схема 44
2.3 Разработка поворотного стола 44
2.3.1 Алгоритм работы поворотного стола 45
2.3.2 Разработка конструкции поворотного стола 46
2.3.3 Расчет надежности 68
2.4 Разработка плана расположения оборудования 71

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 73
3.1 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации и обслуживании автоматизированного склада инструмента..... 73
3.2 Оценка требований микроклимата помещения 77
3.3 Средства защиты и безопасности в автоматизированных системах 79
4 ЭКОНОМИЧЕСИЙ РАЗДЕЛ 83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 87
Приложение А. Алгоритм работы поворотного стола……...84
Приложение Б. Спецификация……..…..……85

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – отрасль промышленности, занимающая производством машин, оборудования, приборов и т.д., в том числе являющихся средствами производства.

Являясь крупной отраслью, производящей огромный ассортимент различной продукции, машиностроение подразделяется на ряд подотраслей:

- Общее машиностроение (например, производство средств транспорта, сельхозмашин, производственного оборудования).
- Тяжёлое машиностроение (например, производство металлургического, горношахтного оборудования).
- Среднее машиностроение (делится на автомобилестроение, станкостроение и т.д.).
- Точное машиностроение (приборостроение, радиотехническая и электронная промышленность) и др.

Любое машиностроительное предприятие потребляет в процессе производства большое количество разнообразных инструментов и технологической оснастки. От качества инструмента и оснастки, своевременности обеспечения ими производственных участков зависят бесперебойный выпуск заводом продукции, себестоимость ее и качество. Поэтому каждый завод организует свое инструментальное хозяйство, задачами которого являются:

- своевременное и бесперебойное обеспечение рабочих мест инструментами и технологической оснасткой для выполнения программы;
- создание возможностей для освоения заводом новой продукции и дальнейшего развития предприятия.

Завод изготавливает инструмент собственными силами или приобретает готовый, выпускаемый специализированными заводами. Приобретается обычно стандартный или нормализованный инструмент (например, сверла, метчики,

развертки, напильники, молотки, штангенциркули, микрометры, плоскопараллельные концевые меры длины и т. п.).

Сам завод изготовляет для себя, как правило, специальный инструмент и технологическую оснастку в соответствии с особенностями форм, размеров и конструкции выпускаемых заводом изделий.

Для решения всех задач, связанных с обеспечением завода инструментарием, в числе технических служб на крупных заводах имеется инструментальный отдел, подчиненный главному технологу предприятия. В составе отдела имеется инструментальное конструкторское бюро (ИКБ) с группами: режущего инструмента, контрольно-измерительного инструмента, штамповочной оснастки, пресс-форм и металлических моделей, приспособлений и др. соответственно профилю завода. В состав отдела входит также бюро инструментального хозяйства (БИХ), которому подчинены инструментальный цех, центральный инструментальный склад (ЦИС), инструментально-раздаточные кладовые (ИРК), размещенные в производственных цехах, и участки заточки инструмента.

Структура и функции органов управления инструментальным хозяйством определяются в зависимости от типа, характера и масштабов производства.

Основными направлениями совершенствования инструментального хозяйства являются:

- в области проектирования: стандартизация и унификация оснастки, ее узлов, деталей и заготовок, применение типовых технологических процессов;
- в области производства оснастки: изготовление универсальной оснастки, унифицированных узлов, деталей и заготовок, создание специализированных инструментальных цехов для производства однотипной специальной оснастки;
- в области эксплуатации: обеспечение условий работы инструментальных складов, применение прогрессивных методов снабжения технологической оснасткой, усиление технадзора и нормативного хозяйства.

Для совершенствования в области эксплуатации стали разрабатываться автоматизированные склады инструмента.

Автоматизированные складские системы (англ. Automated Storage and Retrieval Systems – AS/RS) предусматривают использование управляемых компьютером подъемно-транспортных устройств, которые закладывают изделия на склад и извлекают их оттуда по команде.

Автоматизированные складские системы не только исключают ручной труд, но и позволяют экономить складские площади, ускорять складские операции и улучшать контроль за материально-техническими запасами, поскольку ЭВМ следит за местонахождением каждого изделия на складе.

1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Обзор существующего оборудования складов

Нормальная работа предприятия невозможна без правильной организации склада. Это не просто хранилище различного сырья или готовой продукции, а помещение с четкой организацией пространства, оборудованное необходимой техникой и конструкциями в соответствии с требованиями производства.

Оборудование любого склада состоит из технических и стационарных устройств, которые требуются для размещения продукции. Часть оборудования это различные механизмы, с помощью которых грузы перемещаются в пределах склада и за его границы. Например, штабелеры.

Вторая часть оборудования это различные конструкции, являющиеся местом хранения грузов. Стеллажи, ящики, контейнеры или паллеты, архивные шкафы – их типы, размеры и количество зависит от ассортимента продукции, размещаемого на складе.

1.1.1 Штабелеры

Незаменимый помощник при работе на складе – погрузчик штабелер. Он не просто помогает выполнять тяжелую физическую работу, но и существенно экономит время, помогает более рационально использовать площадь складского помещения [1].

Разделить их можно на две категории, ручные и с электроприводом. Ручные штабелеры более просты по исполнению, менее прихотливы, но существенно замедляют рабочий процесс.

Как пример ручного решения: модель Eoslift HSA 1016, его гидросистема рассчитана на подъем груза весом до 1 т, при максимальной высоте 1,6 м.

Модель EP MSE 1500/3000 посильнее – 1,5 т, на высоту 3 м. Хотя производитель и указывает такие параметры, но как правило все типы подобных

гидромеханизмов при подъеме на максимальную высоту не осиливают указанный вес. Стоимость таких моделей в среднем составляет от 30 до 40 т.р.

Более мобильные варианты – это самоходные электроштабелеры E-P ES-16-16ET (грузоподъемность (г/п) 1,6 т, высота подъёма 4,5 м.), PRAMAC GX 12/25 + DLC(грузоподъемность 1,2т , высота подъёма 2,5 м.) такие помощники обойдутся владельцу в среднем 250…300 т.р.

При покупке штабелера помимо высоты и веса нужно учесть, что полы складского помещения должны быть достаточно ровными. Штабелер не предназначен для перевозки груза, его работа более эффективна в пределах склада.

Штабелеры – это простые транспортные механизмы, предназначенные для укладки грузов на стеллажи высотой до 8 метров, а также их перемещения, то есть осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Управляются стоя на полу или из кабины, грузоподъемность устройств различная, может достигать 3,2 т.

Рассмотрим классификацию, преимущества и недостатки штабелеров.

1.1.1.1 Ручные штабелеры

Ручные гидравлические штабелеры – это оптимальный выбор для небольшого склада, удобное решение при выполнении работ с грузовыми поддонами. Ручные штабелеры применяются для обслуживания двух-трехъярусных стеллажей. Подъем груза и передвижение штабелера осуществляется мышечной силой оператора. Высота подъема ручных штабелеров достигает 3-х метров, а максимальная грузоподъемность 1 т. Подъем производится качанием гидравлического рычага. Их достоинства состоят в низкой цене, высокой маневренности и удобстве в эксплуатации. Использование физической силы, невысокая скорость работы и требование к покрытию пола являются недостатками такого вида штабелера.

1.1.1.2 Штабелер электрический несамоходные

Штабелер электрический несамоходные – это вид штабелера, в котором сочетается ручной способ передвижения и электрогидравлический подъем. Он является оптимальным решением для небольшого склада с невысоким грузопотоком (30-40 поддонов за смену) и имеет невысокую стоимость относительно электрических самоходных штабелеров и погрузчиков. Грузоподъемность может варьироваться от 0,5 до 2 т. при высоте подъема до 3 м. Достоинством является простота в эксплуатации: работа не требует специальной подготовки персонала.

Недостатками будут являться подзарядка от сети и обязательно идеально ровная поверхность пола.

1.1.1.3 Самоходные штабелеры с электроподъемом

Самоходные штабелеры с электроподъемом и с электропередвижением – это самый высокопроизводительный, сложный и дорогой вид штабелеров. В отличие от гидравлических штабелеров с электроподъемом, здесь электрифицирован не только подъем груза, но и передвижение машины. Оператор управляет штабелером, стоя на специальной откидной подножке или идя следом за ним, если подножка в конструкции не предусмотрена или по какой-то причине (например, работа в узком проходе) сложена. Подъем осуществляется с помощью электродвигателя, поэтому штабелер не требует физических нагрузок от оператора. Электроштабелер удобен, функционален и отличается высокой производительностью. Продажа электрических штабелеров высокой производительности рассчитана на крупные складские комплексы с большим товарооборотом.

Электроштабелеры отличаются сложной массивной конструкцией, большой высотой подъема (до 6 м), а зачастую – наличием дополнительных опций, облегчающих процесс эксплуатации. В последнее время производители складской

техники уделяют огромное внимание вопросу безопасности при работе с электрическими самоходными штабелерами. К примеру, электроштабелеры Ningbo Ruyi оснащаются боковыми ограничителями, защищающими оператора от падения.

Самоходные электроштабелеры – это идеальный вариант для крупных складов с интенсивным товарооборотом. Модели с электропередвижением обеспечивают высокую производительность труда и значительно облегчают труд работников склада.

1.1.1.4 Автоматические краны-штабелеры

Автоматические краны-штабелеры являются неотъемлемой частью оборудования для автоматического склада. Именно они осуществляют перемещение единиц хранения внутри зоны складирования без участия человека [2].

Грузозахватное устройство (механизм) автоматического крана-штабелера размещает единицу хранения на борту крана-штабелера. В зависимости от конкретных задач в автоматическом кране-штабелере могут использоваться различные грузозахватные устройства. Это могут быть классические цепные манипуляторы, манипуляторы с боковыми захватами и выдвижной платформой; специальные манипуляторы для одновременной выборки и размещения груза в ячейке; с выдвижными вилочными захватами для перемещения сразу нескольких единиц хранения; или со специальными подвижными манипуляторами для глубоких стеллажей.

База автоматического крана-штабелера – обеспечивает движение и торможение крана-штабелёра вдоль рабочего коридора стеллажей у необходимого ряда ячеек.

Грузовая платформа – механизм конструкции крана-штабелёра, обеспечивающий вертикальное перемещение груза до необходимого уровня,

поднимет или опускает единицу хранения до нужной ячейки стеллажа. Перемещение грузовой платформы происходит вдоль мачт крана-штабелера.

Интеллектуальное управление позволяет автоматическому крану-штабелёру рассчитывать требуемую траекторию движения и передвигаться одновременно по вертикальной и горизонтальной оси. Также производится расчет скорости перемещения и длины траектории движения.

Работа кранов-штабелеров контролируется индустриальными контроллерами и каждая операция, выполняемая кранами-штабелерами, проверяется датчиками безопасности и позиционирования для обеспечения максимальной надежности работы системы.

Основные операции, которые выполняют автоматические краны-штабелеры можно разделить на три основных класса:

- операции по получению единицы хранения с конвейеров;
- операции по выгрузке и загрузке единиц хранения в стеллажные конструкции;
- выдачу единицы хранения в зону комплектации и выдачи заказов;

Такая организация работы позволяет получить максимальную плотность хранения и обеспечить полную сохранность единиц хранения.

1.1.2 Стеллажи

Складские стеллажи – это обязательные элементы современной складской системы, без которых невозможно эффективное и безопасное размещение хранимых материальных ценностей различных видов, а также интенсивный грузооборот с максимальным использованием машин и механизмов [3].

Преимущества складских стеллажей

- Прочные надежные конструкции. Складская специфика работы подразумевает ударные и динамические нагрузки. Все складские стеллажи выполнены с запасом прочности по ГОСТ.

- Цена. За счет применения сложно-катанных профилей обеспечивающих большую грузоподъемность удалось минимизировать металлоемкость, а, следовательно, снизить стоимость изделия. При использовании настилов на полки из фанеры или ДСП цена стеллажей для склада так же будет ниже.
- Стеллажи под заказ. Помимо стандартных решений, складские стеллажи можно заказать по индивидуальным размерам, с учетом особенности помещения или хранимой продукции.
- Увеличенная высота. Высота стеллажей для склада достигает 8-ми метров. Обеспечивая максимальное использование складского пространства по высоте.
- Дополнительная устойчивость. Некоторые модели складских стеллажей имеют возможность крепления к полу для большей устойчивости от сдвига, например гидравлической тележкой.
- Повышенная грузоподъемность. По сравнению с офисными или архивными стеллажами.

Использование складских стеллажей позволяет организовать порядок на складе, что ведет к увеличению производительности работы и снижению травматизма. Весь товар на складе лежит упорядоченно, что обеспечивает удобство работы. За счет высоты стеллажей до восьми метров вместимость склада повышается. Провести инвентаризацию на складе, оборудованным стеллажами, проще, чем когда их нет.

1.1.3 Тара

Тара – это элемент и/или разновидность упаковки. Она представляет собой изделие, предназначенное для размещения в нем продукции и предохранения ее от повреждений и порчи при транспортировании, погрузочно-разгрузочных

работах, складировании и хранении. Примерами тары являются ящики, бочки, контейнеры [4].

Тару подразделяют:

- по материалам – на деревянную, металлическую, стеклянную, комбинированную;
- по размерам – на крупногабаритную и малогабаритную;
- по жизненному циклу – на разовую, возвратную, оборотную (многооборотную);
- по прочности – на жесткую, мягкую и полужесткую;
- по конструкции – на неразборную, разборную, складную и разборно-складную;
- по возможности доступа – на закрытую и открытую;
- по специфическим свойствам – на герметичную (изотермическую – сохраняющую заданную температуру в течение определенного времени и изобарическую – сохраняющую заданное давление) и негерметичную.

По функциональному назначению различают транспортную и потребительскую тару. Транспортную тару используют только для перевозок и перед розничной продажей удаляют. Потребительская тара поступает потребителю вместе с товаром. Например, транспортная тара – ящик или контейнер, а потребительская – коробка для одного телевизора, стаканчик для сметаны и т.п.

По принадлежности и условиям использования тару подразделяют на производственную, инвентарную и складскую. Производственная тара предназначена для внутризаводских и/или межзаводских технологических операций (например, металлические контейнеры для изделий, используемые при межцеховых перевозках). Инвентарная тара – оборотная, являющаяся собственностью предприятия и подлежащая возврату владельцу (например, корзины и тележки в магазинах самообслуживания). Складская тара предназначена для укладки, размещения, хранения и комплектации продукции на

складе (например, лотки, пластмассовые и металлические коробки для мелких деталей).

Конструкция и безопасность эксплуатации тары должны соответствовать ГОСТ 12.3.010-80, ГОСТ 14861, ГОСТ 19822.

При эксплуатации тары необходимо выполнять следующие требования:

- тара не должна загружаться больше номинальной массы брутто;
- груз, уложенный в тару, должен находиться ниже уровня ее бортов;
- открывающиеся стенки тары, находящейся в штабеле, должны быть в закрытом положении;
- перемещение тары волоком и кантованием не допускается;
- тара должна содержаться в чистом и исправном состоянии.

1.2 Критический анализ

1.2.1 Краны-штабелеры

Сравним несколько конструкций.

Возьмем кран-штабелер фирмы VELKRAN [5], которая занимается производством грузоподъемного оборудования (рисунок 1).

Режим работы 3К ГОСТ 25546-82 (А3 ИСО 7301). Рабочее напряжение трехфазного тока 380В. В таблице 1 представлены технические характеристики крана-штабелера.

Таблица 1 – Технические характеристики кран-штабелера фирмы VELKRAN.

Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Ширина вил, м	Скорость передвижения крана, м/мин
0,25	3	0,3	10

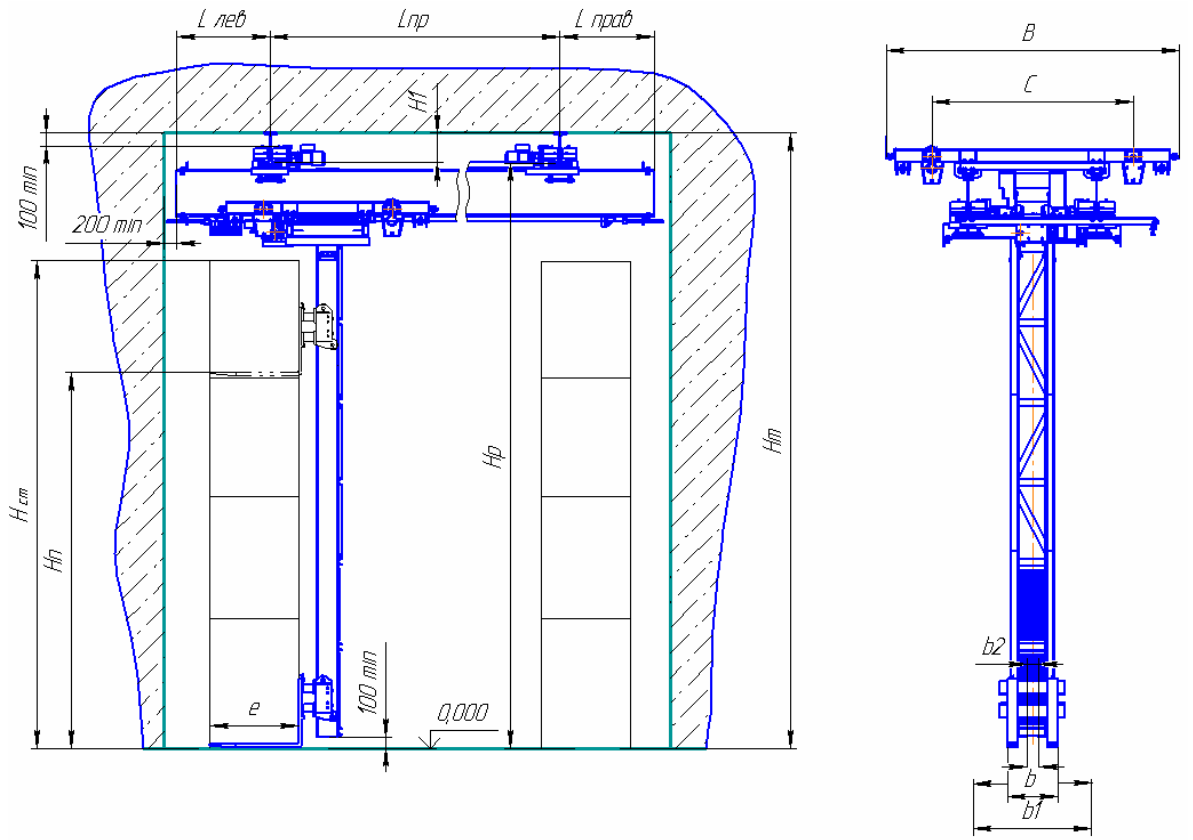


Рисунок 1 – Кран-штабелер

Рассмотрим кран-штабелер мостовой опорный с грузоподъемностью 0,5…1 т компании ООО «Электротяжкран», занимающейся поставками современной грузоподъемной техники. Кран-штабелер мостовой представляет собой крановый двух балочный мост, по которому перемещается грузовая тележка с закрепленной на ней вертикальной колонной, часто поворотной, по которой вертикально перемещается грузоподъемник, имеющий вилочный или специальный захват груза. Кран-штабелер перемещается по рельсовым крановым путям, установленным либо непосредственно на стеллажах, либо на конструкциях зданий. Краны-штабелеры обслуживают большие площади складов. Таблица типоразмеров и представлена в таблице 2, а чертеж на рисунке 2.

Таблица 2 – Таблица типоразмеров

Пролет крана	Высота подъёма	Вылет вил	Габарит груза		Ширина прохода		Ширина грузозахватного органа
Lп	Нп	l	L	B	C	E	A
мм							
11600	2800…4000	1000	800	600	1080	1000	1080
9140							
8100			1200	800	1280	1400	
Не допускается: эксплуатация кранов во взрывоопасной и пожароопасной средах, в помещениях с парами кислот и щелочей, концентрации которых вызывают разрушение электрической изоляции; транспортирование грузов нагретых свыше 300°С и расплавленного металла, шлака, ядовитых и взрывчатых веществ и других опасных грузов.							

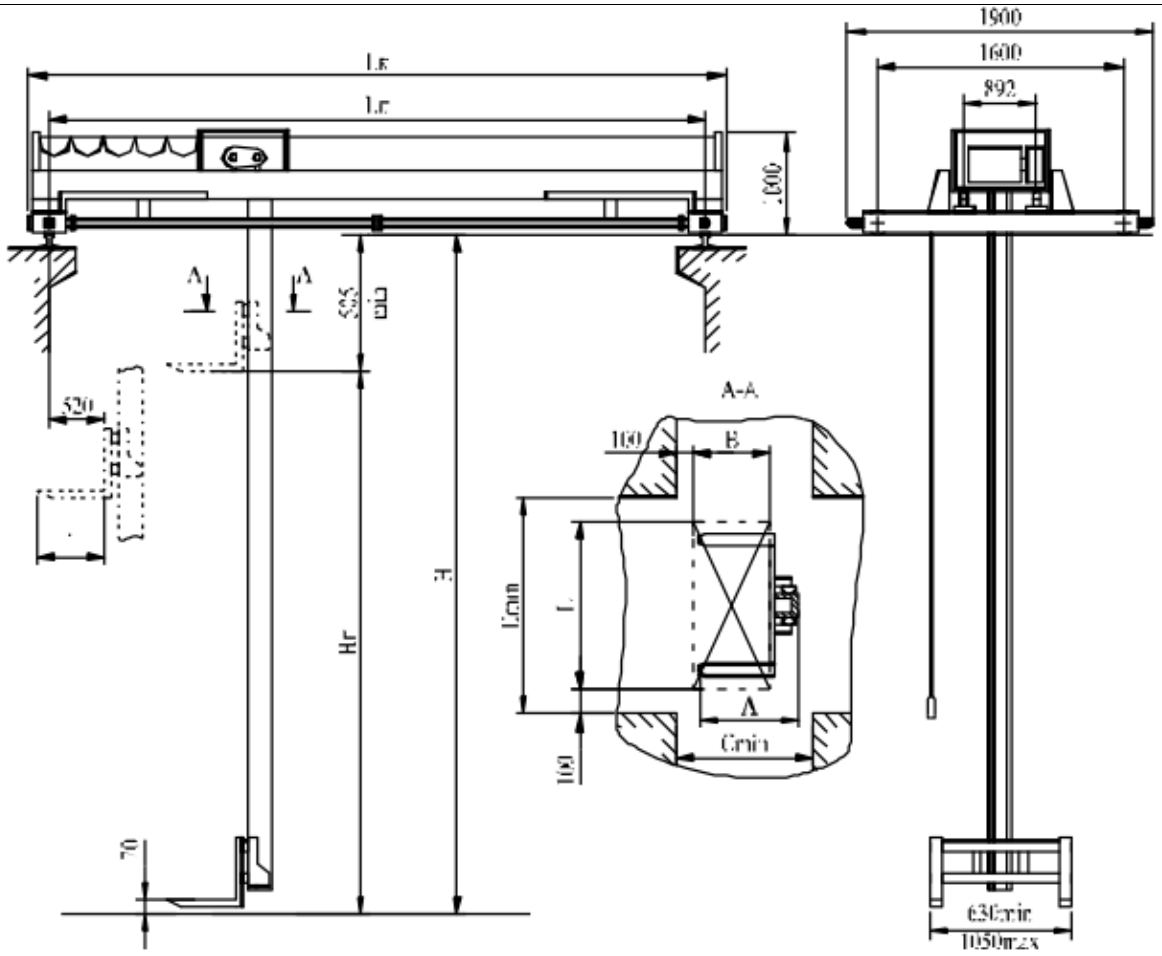


Рисунок 2 – Чертеж крана-штабелера

Добавим к сравнению кран-штабелер стеллажный с грузоподъёмностью до 3 т той же фирмы, ООО «Электротяжкран». Кран штабелер стеллажный – опорная тележка крана, на которой вертикально размещены одна или две колонны. По колоннам передвигается грузоподъемник, имеющий приемный стол, на который с помощью телескопического захвата помещается груз. У стеллажного крана-штабелера тележка перемещается по рельсам над проходом между двумя стеллажами, которые он обслуживает. Таблица типоразмеров и представлена в таблице 3, чертеж на рисунке 3.

Таблица 3 – Таблица типоразмеров

Грузоподъем-ность, т	Высота, м	Скорость, м/мин		Ускорение, м/с^2	
		движения	подъема / опускания	горизонтальное	вертикальное
до 3,0	до 45	до 240	до 80	до 1	до 1,5

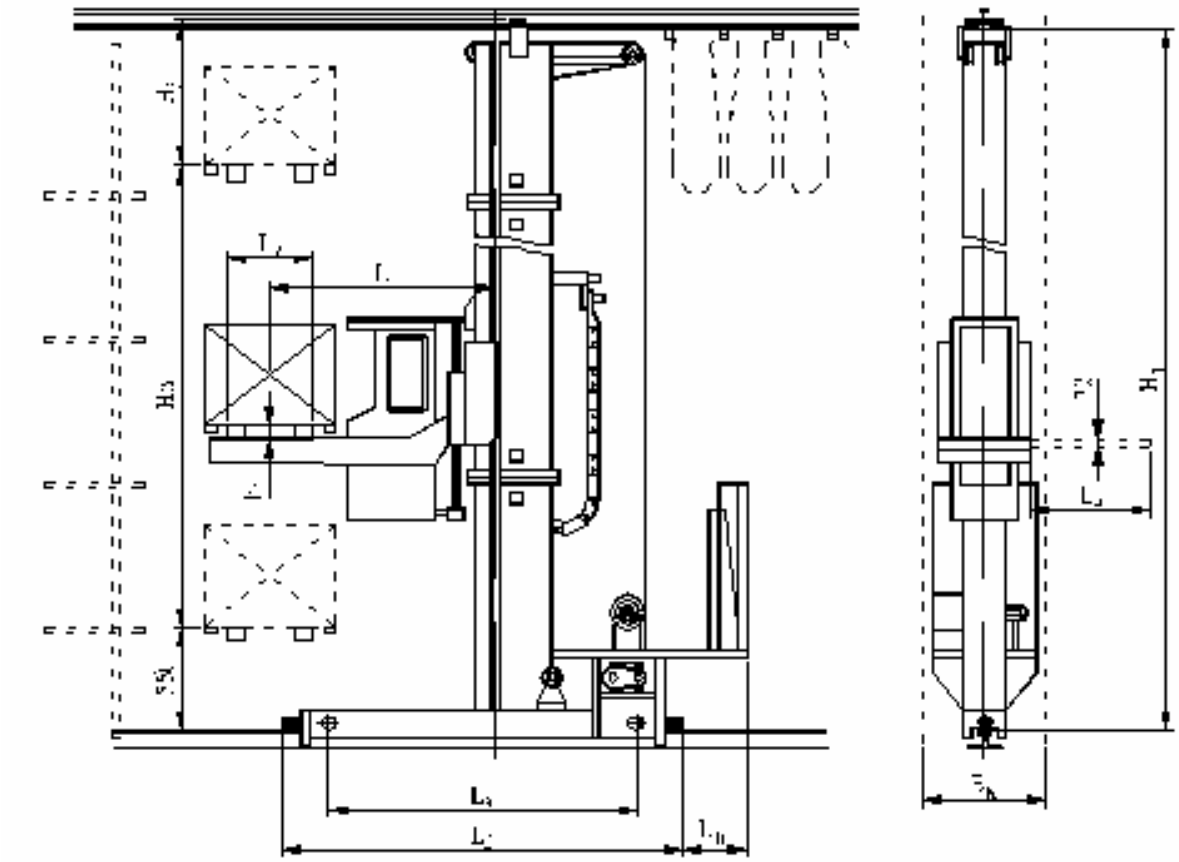


Рисунок 3 – Чертеж стеллажного крана-штабелера

Сравним эти штабелеры по техническим характеристикам (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительная таблица кранов-штабелеров

	Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Стоимость, руб
Кран-штабелер VELKRAN	0,25	3	800000
Кран-штабелер мостовой опорный	0,5 – 1	3	875000
Кран-штабелер стеллажный	до 3	3	850000

Вывод: выбираем кран-штабелер с наименьшей стоимостью – кран-штабелер VELKRAN.

В таблице 5 представлены технические характеристики кранов-штабелеров мостовых электрических подвесных г/п до 1 т, пролет от 2,1 до 16,5 м, высота подъема груза до 5,2 м, исполнение общепромышленное.

Таблица 5 – Технические характеристики крана-штабелера

Грузоподъемность, т	0,25	Пролет, $L_{пр.}$, м, (от 2,1 до 16,5 м – кратный 0,1 м)		2,1
		Скорость, м/мин:		
Высота от головки рельса до выступающих частей потолка, H_1, м	0,2	подъема	+	7,8
		передвижения крана	+	7,2–19,8
Высота от пола до головки рельса, $H_р$, м	3,8	передвижения тележки	+	3,6–12
Высота от пола до верха стеллажа, $H_{ст}$, м	3	Поворот колонны, об/мин	+	0,5–1,25

Продолжение таблицы 5

Размеры вил, м:			Тип вил	+	стационарные, b, м	
вылет, e		0,6			раздвижные от b_2 до b_1, м, (от 0,3 до 1,1)	
ширина, b		0,3	Высота подъема вил, Нп, м (от 2,6 до 5,2 м)			2,65
Длина консоли L лев, м		0,7	Длина консоли L прав, м			0,7
Подвод питания:	+	кабельный (перемещение крана до 40 м)				
		троллейный шинопровод (перемещение крана свыше 40 м) – в комплект не входит				
Температура окружающей среды:		(–40+40)°С		(–20+40)°С	+	(0+40)°С
Климатическое исполнение:		У		+	Т	
Категория размещения:	+	3 – в помещении		4 – в отапливаемом помещении		
Номер двутавровой балки для кранового пути:	+	– 24М		– 30М		– 36М
Тормоза:	передвижение крана – есть		Тип управления:		с пола	
	перемещение тележки – есть			+	радиоуправление	
Система запитки объекта:	+	5 проводников (3 фазных + нулевой рабочий + нулевой защитный)		4 проводника (3 фазных + нулевой рабочий, совмещенный с нулевым защитным)		

1.2.2 Стеллажи

Сравним несколько конструкций стеллажей.

СГР-63

Среднегрузовой стеллаж СГР-63 (рисунок 4) имеет 5 полок.

Рисунок 4 – Среднегрузовой стеллаж СГР-63

Стойки изготовлены из металлического профиля размером 50х25мм толщиной 1,5 мм, перфорация через 100 мм. Есть два варианта полок: металлическая – толщиной 0,7 мм и оцинкованная – толщиной 0,7 мм, обе с двойной отбортовкой. При покраске среднегрузового стеллажа наносится полимерно-порошковое покрытие. В стандартном варианте серые стойки, серые полки и оцинкованные полки. Равномерно распределенная нагрузка на одну полку до 400 кг (максимальная нагрузка на секцию стеллажа – 1600 кг). Габаритные размеры и другие характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики СГР-63

Высота, мм	3000
Длина, мм	1000
Глубина, мм	700
Количество полок, шт	5
Особенности	СГР-63, стеллаж с нагрузкой на полку до 400 кг, металлическая полка
Цена, руб	11299,00

Стеллаж складской МКФ

Складской стеллаж МКФ (рисунок 5) предназначен для хранения различных грузов.

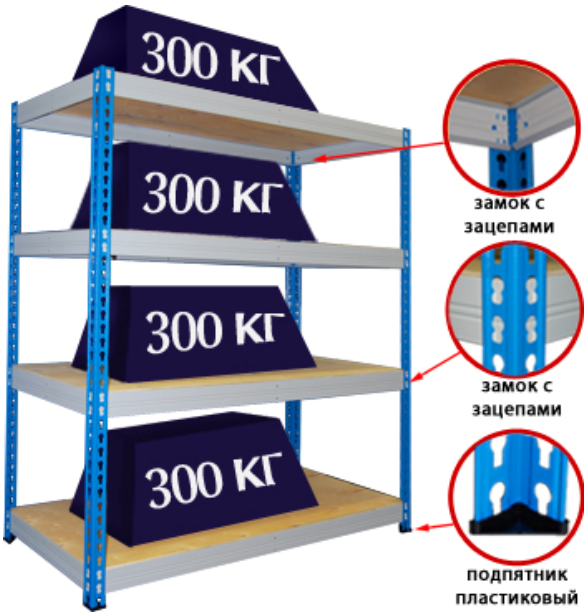


Рисунок 5 – Стеллаж складской

Стеллаж МКФ состоит из стоек Г-образного профиля, продольных и боковых балок. Настилом для стеллажа служат листы фанеры.

Балки стеллажа МКФ крепятся к стойкам при помощи двух замков с зацепом и надежно фиксируют стойки в вертикальном положении.

Конструкция складского стеллажа позволяет изменять положение полок без демонтажа всего стеллажа. В таблице 7 представлены технические характеристики стеллажа.

Таблица 7 – Технические характеристики:

Тип стеллажа	Сборно-разборный (на зацепах)
Нагрузка на полку, кг	300
Количество полок, шт	5
Покрытие	Порошковая краска
Высота, мм	2500
Ширина, мм	1815
Глубина, мм	910
Толщина настила из фанеры, мм	10 (серии ФК-10, ГОСТ 3916.1-96)
Толщина металла стойки, мм	3,0
Толщина металла балки, мм	2,0
Шаг перфорации, мм	50
Цена, руб	10491

Грузовой стеллаж фирмы «ПрофСтеллаж»

При изготовлении грузового стеллажа (рисунок 6) используется высококачественная сталь. Стойки изготовлены из оцинковки, балки окрашены полимерным покрытием синего цвета. Полки можно устанавливать на любой высоте за счет перфорации стоек рам. Допустимая нагрузка на секцию до 1500 кг, на секцию до 3500 кг. Грузовой стеллаж можно использовать для хранения шин, дисков и материалов в рулонах [6].

Рисунок 6 – Грузовой стеллаж фирмы «ПрофСтеллаж»

Выбираем элементы подходящего нам стеллажа. Их технические характеристики содержатся в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики

Наименование	Г/п полки, кг	Высота, мм	Длина, мм	Глубина, мм	Цена, руб
Рама СГ 3000/600 оцинк	3500	3000		600	1831
Балка СГ 2100x80x50 полим.	1500		2100		768
Настил СГ 600x300 оцинк	100		300	600	223

Рассчитаем стоимость стеллажей (таблица 9). Для этого зададим их параметры:

Высота, мм…….2500–3000;

Длина, мм…….6000–6500;

Глубина, мм…….600–700.

Для большей вместительности и экономии места, расположим стеллажи в два ряда, соответственно стоимость и количество стеллажей будет умножено на два.

Таблица 9 – Расчетная таблица

Наименование стеллажа	Длина, мм	Кол-во, шт	Г/п одной полки стеллажа, кг	Цена, руб
СГР-63 (метал. полка)	6000	12	2000	135588
Стеллаж складской МКФ	5445	6	1500	62946
Грузовой стеллаж фирмы «ПрофСтеллаж»				
Рама	3000	8	2800	14648
Балки	6300	72		55296
Настил	800	252		56196
Итого:				126140

Вывод: Из трех стеллажей выбираем грузовой стеллаж фирмы «ПрофСтеллаж», так как его характеристики являются наиболее предпочтительными для проектируемого склада мелкогабаритного инструмента.

1.2.3 Тара

В автоматизированном складе мелкогабаритного инструмента будет храниться режущий инструмент, поэтому для дальнейшего рассмотрения выбираем тару из металла. Её износ, а следовательно, и затраты на замену будут меньше, чем на аналогичную тару из пластиковых материалов.

Тара 3-1-40-30-20-0.05М

Тара ГОСТ 14861-91 (рисунок 7) – предназначена для сбора и хранения метизов, тарно-штучных грузов, длинномерных изделий, а также для приема, транспортировки раствора и других строительных материалов. Возможность штабелирования тары позволяет значительно экономить складское пространство и снижать расходы по транспортировке, а возможность захвата и транспортировки (краном и вилочным погрузчиком) делает ее очень удобной для механизированной погрузки и разгрузки. Технические характеристики содержатся в таблице 10.

Рисунок 7 – Тара 3-1-40-30-20-0.05М

Таблица 10 – Технические характеристики

Габаритные размеры, мм	400x300x200
Рабочие размеры тары, мм	390x280x160
Высота штабелирования, шт	4
Нагрузка на тару в штабеле, кг	187

Продолжение таблицы 10

Масса брутто, кг	50
Масса, кг	3
Цена, руб	1180

Контейнер металлический малогабаритный ПК 04

Контейнеры металлические ПК (рисунок 8) устанавливают на стеллажи, в шкафы, на полки [7]. Возможна установка контейнеров друг на друга (до 5-ти рядов), и в этом случае обеспечен легкий доступ к его содержимому со стороны передней стенки. Дно контейнера изготовлено из стального листа толщиной 2 мм с ребрами жесткости, боковые стенки из сплошного стального листа толщиной 1,2 мм с ребрами жесткости. В нижней части опорное основание из металлического уголка 25х25 мм, также возможно изготовление без опорного основания. При покраске порошковой краской стандартной цветовой гаммы цена изделий увеличивается на 200…300 руб.

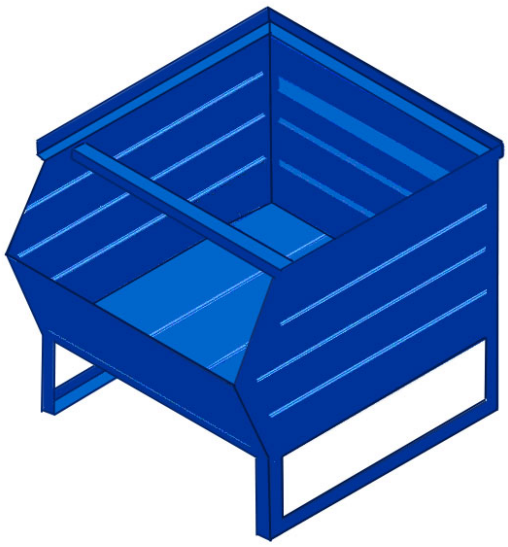


Рисунок 8 – Контейнер металлический малогабаритный ПК 04

В таблице 11 представлены технические характеристики ПК 04.

Таблица 11 – Технические характеристики

Размеры (ВхШхГ), мм	200х400х350
Грузоподъемность, кг	170
Вес изделия, кг	10,2
Объем, л	30
Толщина металла, мм	дно: 2; стенки: 1,2
Окраска	ПФ-эмаль
Цвет изделия	серый или синий
Тип	малогабаритный
Цена, руб	3548

ТМП-25

Тара металлическая ТМП-25 (рисунок 9) для метизов и тарно-штучных грузов – предназначена для сбора и хранения метизов, тарно-штучных грузов, длинномерных изделий, а также для приема, транспортировки раствора и других строительных материалов. Возможность штабелирования металлической тары позволяет значительно экономить складское пространство и снижать расходы по транспортировке, а возможность захвата и транспортировки (краном и вилочным погрузчиком) делает ее очень удобной для механизированной погрузки и разгрузки.

Рисунок 9 – ТМП-25

Габаритные размеры и масса контейнера указана в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики

Габаритные размеры, мм	620x420x450
Габаритные размеры ящика, мм	600x400x270
Высота штабелирования, шт	4
Нагрузка на тару в штабеле, кг	937
Масса брутто, кг	250
Масса, кг	19
Цена, руб	3717

На выбранном стеллаже расположим по 4 ящика на полке и получим, что нам потребуется 144 ящиков. Сравним выбранные тары (таблица 13).

Таблица 13 – Сравнение тар

Наименование	Размеры, мм	Грузоподъемность, кг	Цена, руб
Тара 3-1-40-30-20-0.05М	400x300x200	50	169920
ПК 04	200x400x350	170	510912
ТМП-25	620x420x450	250	535248

Из рассмотренных вариантов наиболее оптимальным будет второй, так как у него есть опорное основание, что позволяет работать со штабелером, и его конструкция будет наиболее удобной для извлечения инструмента.

1.3 Требования к автоматизированному складу инструмента

1.3.1 Общие требования к помещениям кладовых

1) Помещения кладовых должны быть сухими, чистыми, освещенными согласно требованиям нормального освещения и изолированными от помещений, которые могут служить источниками коррозии и загрязнения инструмента [8].

2) Парагазопроводы, фановые трубы и т. д., проходящие через помещения кладовых, должны быть герметичны.

3) В помещениях кладовых должна быть обеспечена постоянная температура + 20 ˚С ± 2 ˚С и относительная влажность воздуха 58%.

1.3.2 Хранение инструмента в автоматизированном складе мелкогабаритного инструмента

1) Размещение и хранение инструмента должно обеспечивать четкий учет, хорошую сохранность и быстрое нахождение.

2) Инструмент хранится согласно техническим условиям, соблюдение которых систематически проверяется работниками инструментального отдела (ИО).

3) Хранение инструмента осуществляется в шкафах, стеллажах (в том числе механизированных) по группам, подгруппам, видам и типоразмерам.

4) Шкафы, стеллажи разделяются на ячейки, которые нумеруются слева направо, снизу вверх.

5) Для каждого типоразмера инструмента отводится ячейка.

6) В местах хранения должен находится годный к эксплуатации инструмент.

7) Место хранения инструмента указано в БД.

8) При размещении и хранении инструмента должны выполняться следующие основные правила:

- часто используемый инструмент размещают как можно ближе к окну выдачи;
- острые и режущие части инструмента направляют внутрь ячейки; напильники перекладывают между собой бумагой;
- для инструмента, подлежащего ремонту, заточке или списанию, выделяют отдельное место хранения;
- микрометрический инструмент, рычажно-зубчатый и штангенинструмент должен храниться в индивидуальных футлярах; концевые меры длины плоскопараллельные, линейки лекальные и поверочные, образцы

чистоты поверхности и другой измерительный инструмент должен находиться в упаковке завода-изготовителя;

- между рядами твердосплавных резцов, имеющих доведенные режущие кромки, должны прокладываться картонные или фанерные разделители;
- весь инструмент должен быть очищен от грязи и ни в коем случае не должен иметь коррозии;
- с целью предупреждения коррозии инструмент периодически выборочным путем проверяется;
- измерительный инструмент в установленные сроки должен проходить проверку в измерительной лаборатории.

1.3.3 Поступление инструмента в автоматизированный склад мелкогабаритного инструмента

1) Основным источником поступления инструмента на автоматизированный склад являются:

- центральный инструментальный склад (ЦИС) предприятия;
- инструментальный цех (ИЦ).

2) Инструмент поступает только с разрешения ИО в пределах:

- установленного оборотного фонда по номенклатуре в штуках;
- установленного оборотного фонда в стоимостном выражении;
- лимитов на дефицитный инструмент в штуках.

3) Весь инструмент должен быть взят на учет не позднее следующего дня с момента поступления.

4) На каждый номенклатурный номер инструмента создается запись в БД. Из этих записей создается таблица по видам инструмента .

5) Оперативный учет поступления инструмента на склад ведется на основании первичной приходной документации в соответствии с действующими инструкциями, указаниями бухгалтерии и ИО предприятия.

1.3.4 Передача инструмента

1.3.4.1 Передача режущего инструмента в заточку

1) Кладовщик автоматизированного склада подбирает инструмент, подлежащий заточке, из специальной тары, на которой указывается номер цеха (участка).

2) Инструмент, поступивший из заточки, кладовщик раскладывает по местам хранения в тару.

1.3.4.2 Передача инструмента в планово-предупредительную проверку (ремонт)

1) Сущность планово-предупредительной проверки (ППП) инструмента заключается в том, что проверка производится по заранее составленному и утвержденному соответствующими службами графику.

2) Планово-предупредительной проверке подлежит: измерительный инструмент, выдаваемый в длительное пользование.

3) Ежемесячно кладовщик автоматизированного склада изымает из эксплуатации инструмент, подлежащий ППП согласно графику. Измерительный инструмент заменяется годным к эксплуатации (штука за штуку) непосредственно на рабочем месте.

1.3.5 Передача неликвидов и временно снятого с производства инструмента кладовую неликвидов

Неликвидный и временно снятый с производства инструмент сдается кладовщиком автоматизированного склада в кладовую неликвидов в соответствии с получаемым от ИО накладными, оформленными в двух экземплярах.

Из автоматизированного склада в кладовую неликвидов сдается:

- неликвидный инструмент, годный в дальнейшем для реализации у внешнего потребителя;
- инструмент для временно снятых с производства изделий.

1.3.6 Списание инструмента

1) При нормальном износе инструмент сдается рабочим на автоматизированный склад для обмена на годный штука за штуку.

2) На утерянный или поломанный в результате неправильной эксплуатации инструмент оформляется акт списания, подписанный мастером.

3) На списание инструмента кладовщик автоматизированного склада составляет сводный акт списания в двух экземплярах и сдает в утиль.

1.3.7 Требования к крану-штабелеру

1.3.7.1 Общие требования к работе крана-штабелера

1) Кран-штабелер должен безотказно работать в течение рабочей смены.

2) В начале и конце каждой смены кладовщик должен визуально осмотреть кран-штабелер и запустить компьютер для проверке его работоспособности.

3) Во время работы крана-штабелера в помещении склада не должно быть рабочего персонала.

1.3.7.2 Требования к конструкции крана-штабелера

1) Все механизмы кранов-штабелеров должны быть оборудованы автоматическими нормально закрытыми тормозами в соответствии со СТ СЭВ 1067.

2) Конструктивные части электрических машин и аппаратов, входящих в конструкцию кранов-штабелеров, а также металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляциии, должны быть оборудованы заземляющими устройствами в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0.

3) Сопротивление заземляющих устройств и сопротивление изоляции электропроводок должны удовлетворять требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), утвержденных Министерством энергетики и электрификации СССР.

4) Токоподвод к крану-штабелеру и тележке передаточной должен иметь отдельные выключатели, снабженные устройствами для запирания в отключенном состоянии.

5) На элементах конструкции крана-штабелера и тележки передаточной, которые могут оказаться источником опасности для лиц, находящихся в зоне его работы, должна быть нанесена на высоте до 2,0 м предупреждающая окраска по ГОСТ 12.2.058.

6) Все расстояния безопасности для кранов-штабелеров должны соответствовать требованиям ГОСТ 16553.

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Цели и задачи

Целью работы является проектирование автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента.

В результате получим увеличение скорости работы склада и оптимизацию работы склада; экономию трудозатрат за счет сокращения ручного учета и формирования документации; систематический контроль и анализ остатков, поступления, движения оборота; сокращение потерь предприятия (минимизация воровства); контроль персонала, сокращение на его содержание, повышение качества складских операций; уменьшение площади, занимаемой БИХом (рисунок 10).

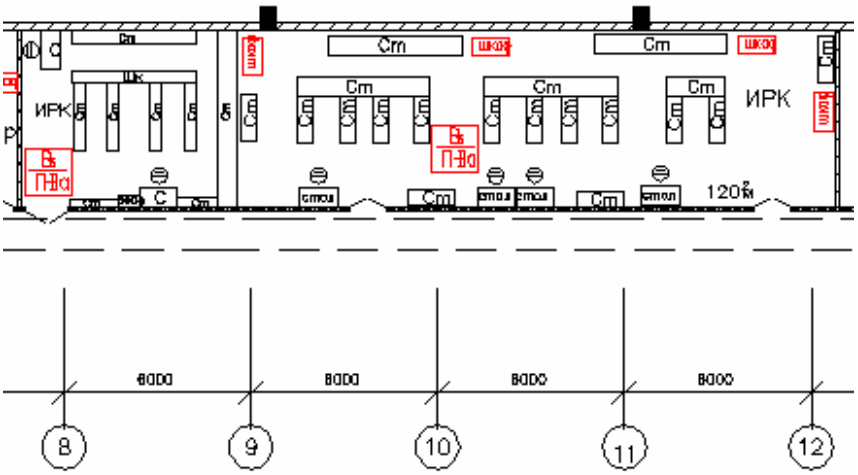


Рисунок 10 – Планировка БИХа до автоматизации

Задачами этого склада будут являться:

- сокращение времени на прием, точная фиксация поступления;
- сокращение времени на поиск инструмента. Оптимизация заказа;
- увеличение скорости выдачи;
- сокращение времени на проведение инвентаризации, исключение ошибок.

2.2 Функциональная схема

Функциональная схема автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента представлена на рисунке 11.

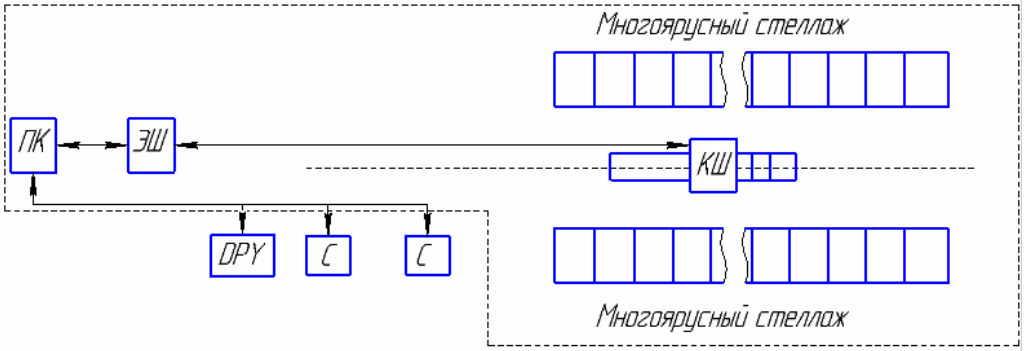


Рисунок 11 – Функциональная схема автоматизированного склада инструмента

Автоматизированный склад мелкогабаритного инструмента состоит из:

- С – поворотный стол выдачи/приема;
- КШ – кран-штабелер;
- ЭШ – электрошкаф;
- ПК – персональный компьютер для управления, ведения учета;
- DPY – дисплей выбора инструмента.

Вся автоматизированная система работает за счет ЭШ. При выборе рабочим инструмента на DPY сигнал от него уходит на ПК. Компьютер поочередно опрашивает поворотные столы на наличие груза. С ПК, через микроконтроллер, сигнал поступает на штабелер КШ, который забирает определенный ящик и несет его на свободный поворотный стол С.

2.3 Разработка поворотного стола

Выдача инструмента может осуществляться несколькими способами:

- с вил штабелера;
- с конвейерной ленты;

- с поворотного стола.

Выдача с помощью вил неудобна, так как в этом случае штабелер будет обслуживать только один заказ, что приведет к большим затратам времени, а это противоречит задачам разработки автоматизированной системы.

Конвейерные ленты имеют большую производительность, низкие энергозатраты и простую конструкцию. Недостатком является быстрый износ ленты и роликов, которые имеют высокую стоимость.

Поворотный стол, как и ленточный конвейер, имеет большую производительность. Его можно сделать двух- или четырехпозиционным, что позволит увеличить пропускную способность инструмента. Также он является более надежным, чем конвейерная лента, за счет элементов электропривода и подшипников.

Из вышесказанного сделаем вывод, что наиболее подходящим вариантом будет поворотный стол.

2.3.1 Алгоритм работы поворотного стола

Подаём напряжение на двигатель поворотного стола, после чего проводим тестирование элементов системы. Если результаты проверки говорят о работоспособности системы, то опрашиваем весовую платформу о наличии груза на ней. Если результат отрицательный и система неработоспособна, то на экран выводится сообщение об ошибке. При отсутствии на весовой платформе груза на микроконтроллер поступает сигнал о готовности принять груз. Если она занята, то опрашивается вторая платформа. При занятости обеих платформ ожидаем освобождения любой из них. При опускании ящика на поворотный стол на микроконтроллер поступает сигнал с весовой платформы, а в БД записывается вес до изъятия инструмента. Далее ждем сигнал с датчика среднего положения грузозахвата, который оповещает об отсутствии вил в зоне работы поворотного стола. Как только сигнал придет, включается шаговый двигатель, который поворачивает стол на 180˚. Рабочий изымает нужный инструмент, после чего нажимает кнопку, которая подает сигнал на микроконтроллер. Если в этот момент

со второй позиции стола приходит сигнал, что вил нет, то включается двигатель, отсчитывает 100 шагов и останавливается. Если нет, то он ожидает сигнал с грузозахвата штабелера. В конечном положении стола весовая платформа определяет вес после изъятия инструмента и отправляет сигнал в БД. Затем микроконтроллер снова опрашивает весовую платформу на наличие груза. Если груза нет, то подается сигнал о готовности платформы снова принимать груз, иначе – платформа опрашивается снова.

Графически алгоритм представлен в приложении А.

2.3.2 Разработка конструкции поворотного стола

Поворотный стол предназначен для организации технологического потока. Он выполняет функцию передачи инструмента рабочим цеха.

К базовым элементам поворотного стола относятся:

- основание;
- столешница – поворотная часть устройства. Механическая часть устройства показана на рисунке 12;
- управление. Столешница вращается вокруг центральной оси с помощью шагового электродвигателя (рисунок 13).

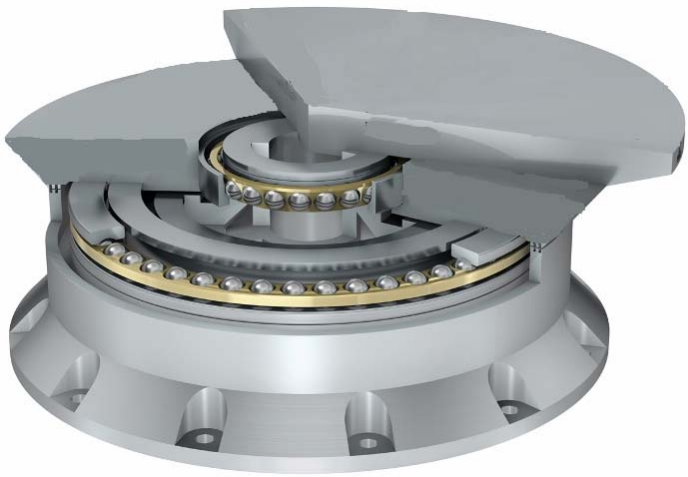


Рисунок 12 – Механическая часть поворотного стола

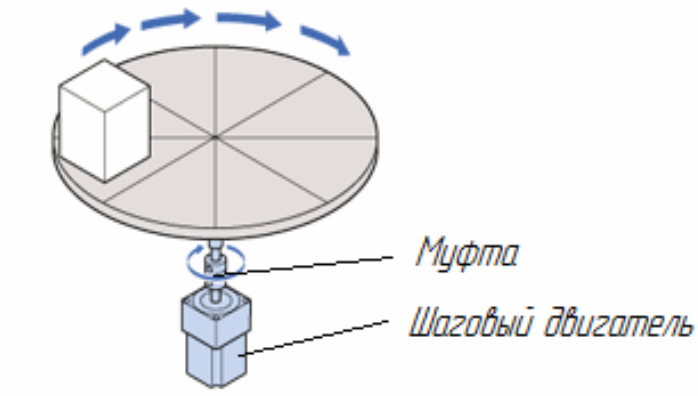


Рисунок 13 – Электромеханическая часть поворотного стола

Характеристики разрабатываемого стола представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристики поворотного стола

Наименование	Значение
Диаметр столешницы, мм	1000
Высота стола, мм	800
Количество позиций	2

В качестве материала поворотного стола выберем конструкционную углеродистую сталь обычного качества Ст3сп [9]. В составе сплава Ст3 содержатся: углерод – от 0,14 до 0,22%, кремний – от 0,05 до 0,17%, марганец – от 0,4 до 0,65%, никель, медь, хром – не более 0,3% , мышьяк – до 0,08%, сера и фосфор – не более 0,05% и 0,04% соответственно. Плотность материала 7850 кг/м^2. Она применяется в несущих сварных и несварных конструкциях и деталях. Заготовками для поворотного стола будет листовой прокат по ГОСТ 19903-74 « Прокат листовой горячекатаный. Сортамент» и пруток по ГОСТ 380-94 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» Конструкция комплектующих позиций 1 и 3 являются сварными конструкции. Для транспортировки и обслуживания подшипников в столешнице предусмотрено отверстие под рым-болт М12 ГОСТ 4751-73.

Рассчитаем массу поворотного стола.

Масса столешницы рассчитывается по формуле:

$m=V\square\rho$,

где V – объём, $м^3$;

ρ – плотность материала, кг/ $м^3$.

$m_c=7850\square((\pi\square0{,}5^2\square0{,}025–0{,}4\square0{,}5\square0{,}025–\pi/4(0{,}63^2–0{,}57^2)\square0{,}0075–$

$–\pi\square0{,}005^2\square0{,}025)+\pi\square0{,}065^2\square0{,}007+\pi\square0{,}05^2\square0{,}055+\pi\square0{,}0095^2\square0{,}188)$ =

230,9 кг

Масса основания:

$m_{осн}=7850\square((0{,}68\square0{,}68\square0{,}065\pi\square0{,}05^2\square0{,}065)+0{,}65\square0{,}68\square0{,}05+0{,}65\square0{,}58\square$

$0{,}05)=$

=874,8 кг

Общая масса:

$m= m_c+ m_{осн} = 230{,}9+874{,}8 = 1105{,}7$ кг.

Рассмотрим и выберем элементы поворотного стола:

- подшипники;
- привод поворотного стола;
- блок питания;
- весовые платформы.

Подшипники

Подшипники – это технические устройства, которые служат опорой для вращающихся осей и валов. Они способны принимать радиальные и осевые нагрузки, непосредственно воздействующие на ось или вал, и затем передавать их на раму, корпус или другие части конструкции. Задача подшипника в то же время – удерживать вал в пространстве, давая ему возможность свободно качаться, вращаться или линейно перемещаться с минимальной потерей энергии. От качества этого устройства зависят работоспособность, коэффициент полезного действия и, конечно же, долговечность машины.

Конический роликовый подшипник.

Благодаря применению конических роликов расположенных под некоторым углом к оси вращения подшипника, данный тип подшипников воспринимает комбинированные нагрузки (совместное действие радиальных и осевых сил). Внешний вид подшипника представлен на рисунке 14.

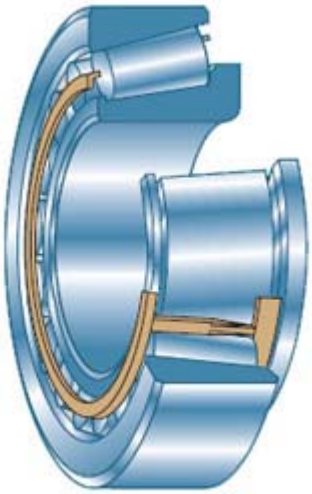


Рисунок 14 – Роликовый конический подшипник

Для обеспечения лучшей работоспособности выбран подшипник 2007920А с повышенной грузоподъёмностью по ГОСТ 27365-87 [10]. Рисунок и технические характеристики представлены на рисунке 15 и в таблице 15.

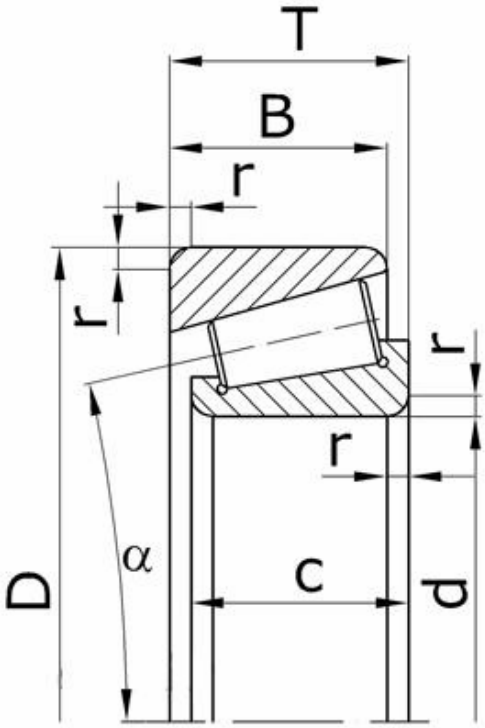


Рисунок 15 – Конический роликовый подшипник

Таблица 15 – Технические характеристики

Параметр	Обозначение	Значение
Внутренний диаметр подшипника, мм	d	100
Наружный диаметр подшипника, мм	D	140
Высота подшипника, мм	T	25
Ширина наружного кольца подшипника, мм	B	20
Ширина внутреннего кольца подшипника, мм	c	25
Радиус монтажной фаски подшипника, мм	r	1,5
Масса подшипника, кг	m	1,15

Упорный подшипник качения

Упорные подшипники качения (рисунок 16) предназначены для восприятия осевой нагрузки, а также небольшую двухстороннюю осевую нагрузку, и является несамоустанавливающимся.

Рисунок 16 – Упорный подшипник качения

Данный подшипник установлен на диаметре 600 мм. Так как в качестве корпуса подшипника у нас использованы основание и столешница, то экономически целесообразно изготовить сепаратор и купить шарики. Возьмем шарики диаметром 19,84 по ГОСТ 3722-81 [11]. Для нормальной работы подшипника в сепараторе сделаем отверстия под шарики 20 мм, а внутренний и наружный диаметры 570 и 630 мм соответственно. Количество шариков для сепаратора возьмем равным 50. Чертеж с размерами представлен на рисунке 17.

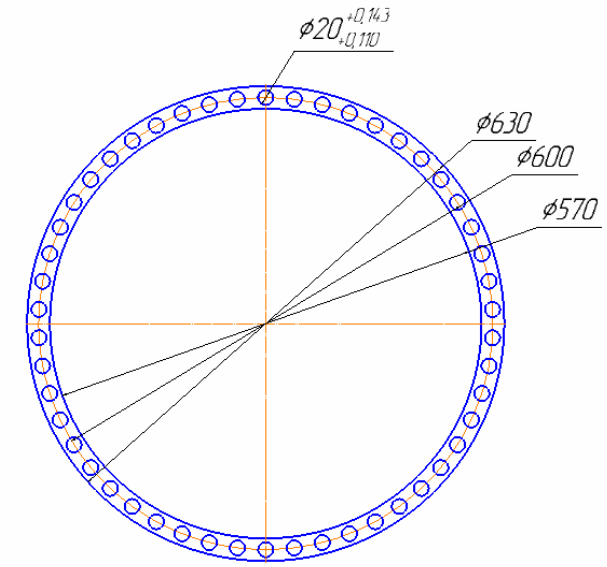


Рисунок 17 – Габаритный чертеж сепаратора

Сепаратор будет изготовлен под заказ.

Для обеспечения работоспособности поворотного стола в конструкции предусмотрены конический роликовый подшипник с грузоподъемностью 193000 Н и упорный подшипник качения с разрушающей нагрузкой не менее 199075 Н на шарик. Они обеспечивают равномерное распределение нагрузки.

Привод

В качестве приводов для поворотных операция традиционно используются шаговые двигатели или двигатели переменного тока (сервоприводы).

Шаговые двигатели – это электромеханические устройства, преобразующие сигнал управления в угловое или линейное перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении без устройств обратной связи. Характер движения ротора

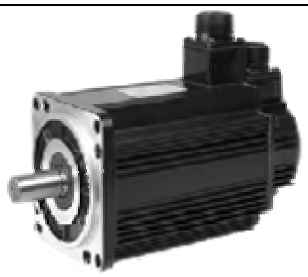
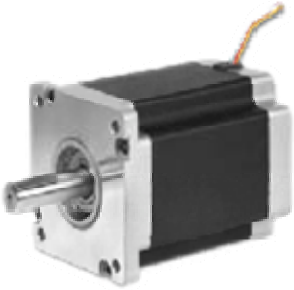
шагового двигателя определяется частотой и характером изменения управляющих импульсов.

Сервопривод (следящий привод) – привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения.

Сервоприводом является любой тип механического привода (устройства, рабочего органа), имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т. п.) и блок управления приводом (электронную схему или механическую систему тяг), автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению.

Сравним сервопривод с шаговыми двигателями (таблица 16).

Таблица 16 – Сравнение сервопривод и шагового двигателя

Наименование параметра	Сервопривод	Шаговый двигатель
		
Надежность	Имеют высокую надежность, несмотря на более сложное устройство.	Обладают высокой надежностью за счет отсутствия в их конструкции изнашивающихся деталей.
Эффект потери шагов	Отсутствует.	Имеется.

Продолжение таблицы 16

Скорость перемещения	Приводы на основе серводвигателей позволяют достигать высоких скоростей. Скорость холостого перемещения 0,5 – 1 м/с является нормальным явлением для сервоприводов.	150 – 300 мм/сек При максимальных скоростях и при превышении допустимой нагрузки возможно проявление эффекта потери шагов.
Динамическая точность	Высококачественные сервоприводы имеют высокую динамическую точность до 1 – 2 мкм и выше.	Отличаются высокой динамической точностью. Обычно рассогласование не превышает 20 мкм.
Стоимость	Применение дорогостоящего датчика положения ротора, а также достаточно сложного блока управления обуславливает значительно более высокую стоимость, чем у шагового двигателя.	В шаговых двигателях применяются дорогостоящие редкоземельные магниты, а также ротор и статор изготавливаются с прецизионной точностью, и поэтому по сравнению с общепромышленными электродвигателями шаговые двигатели имеют более высокую стоимость.

Окончание таблицы 16

Ремонтопригодность	Поврежденный серводвигатель в большинстве случаев проще заменить. Ремонту в основном, подвергают только мощные двигатели, имеющие весьма высокую стоимость.	Может выйти из строя лишь обмотка статора, а её замену может произвести только производитель двигателя.
Преимущества	Высокие динамические характеристики, отсутствие эффекта потери шагов, высокая перегрузочная способность.	Высокая надежность, относительно низкая цена.
Недостатки	Высокая цена, низкая ремонтопригодность, требуется более бережное отношение к двигателю.	Падение крутящего момента на высокой скорости, низкая ремонтопригодность, эффект потери шагов.

Вывод: сервопривод и шаговый двигатель не являются конкурентами, поэтому выбираем привод с наименьшей стоимостью – шаговый двигатель.

Шаговые двигатели стандартизованы национальной ассоциацией производителей электрооборудования (NEMA). Сравним три шаговых двигателя (таблица 17): FL86STH156-4208A, FL130BYG2501и FL110STH150-6504A.

Таблица 17 – Сравнение шаговых двигателей

	FL86STH156-4208A	FL130BYG2501	FL110STH150-6504A
Рабочий ток/ фаза, А	4,2	6,0	6,5
Сопротивление, Ом	1,25	0,7	0,8
Индуктивность, мГн	8	14	15
Целый шаг, град	1,8	1,8	1,8
Крутящий момент, кг□см	122	270	210
Длина, мм	156	165	150
Момент инерции ротора, г□см^2	4000	33000	10900
Вес, кг	5,4	16	8,4
Цена, руб	8095	34900	11800

Вывод: по силовым показателям наиболее подходящими являются FL130BYG2501и FL110STH150-6504A. Выбирая наиболее бюджетный вариант, остановимся на FL110STH150-6504A.

Шаговые двигатели серии FL110STH (рисунок 18) являются силовыми и обладают высоким крутящим моментом [12]. При совместной работе с качественными устройствами управления эти шаговые двигатели развивают большой момент даже на высоких скоростях. Эти шаговые двигатели используются в станках ЧПУ, гравировальных автоматах, машинах плазменной резки, сварочных автоматах, в роботах манипуляторах, в рекламных и выставочных конструкциях.

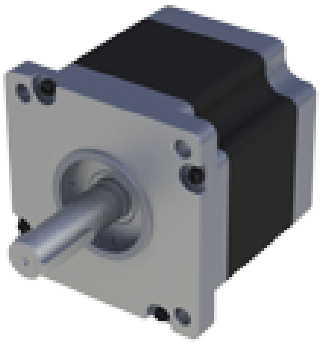


Рисунок 18 – Шаговый двигатель FL110STH

Размеры шаговых двигателей серии FL110STH представлены на рисунке 19.

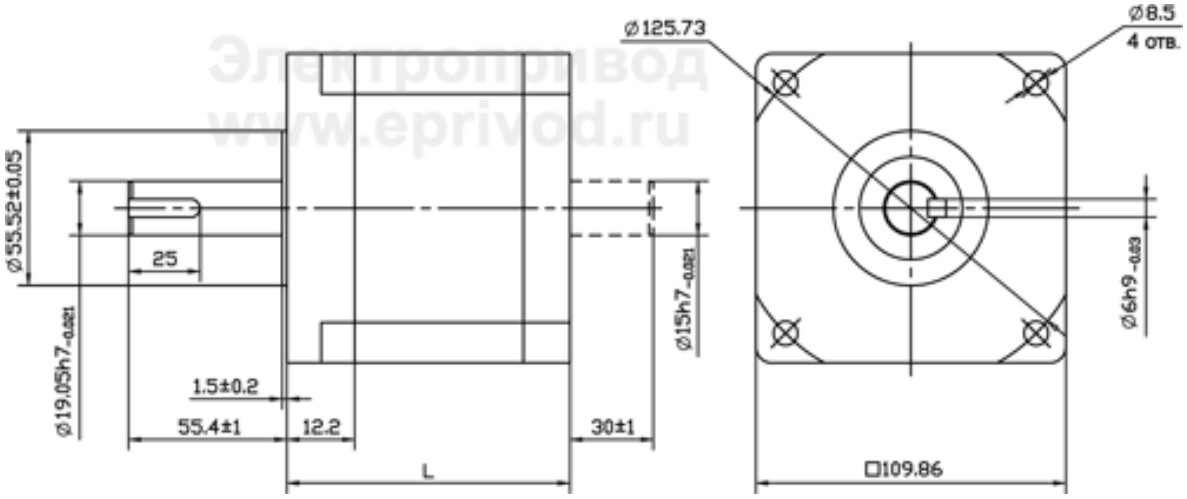


Рисунок 19 – Размеры шаговых двигателей

В основании поворотного стола предусмотрено отверстие для технического обслуживания привода.

Производитель данных двигателей дает рекомендации по выбору драйвера для шагового двигателя и муфт. Воспользуемся ими.

Драйвер шагового двигателя OMD-88

Устройство управления шаговыми двигателями OMD-88 предназначено для управления шаговыми двигателями с током обмоток до 8А. Устройство может быть использовано для управления 4-, 6- и 8-выводными двигателями. Блок OMD-88 предназначен для использования во встраиваемых приложениях.

Устройство управляется логическими сигналами «шаг», «направление» и «разрешение». В качестве источника сигналов может служить персональный

компьютер, внешний контроллер, либо генератор импульсов. Все управляющие входы имеют гальваническую развязку, что позволяет повысить безопасность и помехоустойчивость. Входное сопротивление составляет 1.2 кОм.

Технические характеристики драйвера представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики драйвера шагового двигателя OMD-88

Наименование параметра	Значение
Максимальный ток, А	8,0
Минимальный ток, А	4,0
Коэффициенты дробления шага	1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128
Максимальная частота, Гц	50 000
Напряжение питания, В	20–80
Габаритные размеры	100x85x60
Входное сопротивление, кОм	1,2
Максимальное напряжение на входах, В	9
Диапазон температур, °С	0…40

Безлюфтовая упругая муфта SJCA-40C RD

Предназначена для смягчения толчков и ударов при частых пусках и остановках механизма. Муфта серии SJC объединяет в себе свойства безлюфтовой упругой металлической муфты и упругой муфты из резины. Хорошо гасит колебания, имеет малый момент инерции, точно передает крутящий момент.

Характеристики:

• безлюфтовая муфта;

• долговечность и прочность при высокой частоте вращения;

• не нуждается в обслуживании и ремонте, смазка не нужна;

• эластичная крестовина уменьшает воздействие нагрузок;

• устойчивость к маслу и электрическая изоляция;

• диапазон температур работы –20ºС ~ +70ºС.

На рисунке 20 и в таблице 19 приведены габаритные и присоединительные размеры.

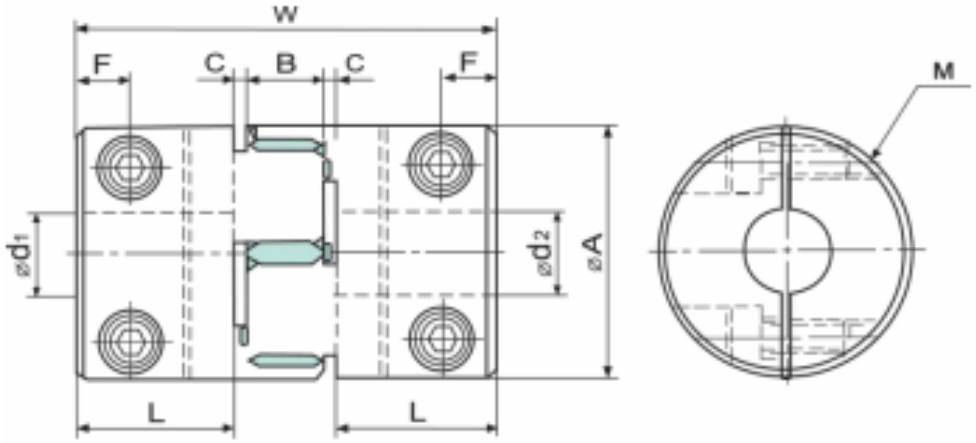


Рисунок 20 – Габаритные размеры

Таблица 19 – Габаритные размеры и технические характеристики

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Габаритные и присоединительные размеры: A L W B C F M Максимальный диаметр отверстия	мм	 40 19,5 55 12 2 6,7 M5 18
Номинальный крутящий момент	Н□м	10
Максимальный крутящий момент	Н□м	20
Максимальная скорость вращения	об/мин	3800
Момент инерции	кг□м^2	3,1□10^{-5}

Продолжение таблицы 19

Жесткость на скручивание	Н□м/рад	570
Дополнительное смещение осей	мм	0,1
Перекос	град	1,0
Масса	г	135

Блок питания

Блок питания (БП) – это устройство, предназначенное для формирования напряжения, необходимого системе, из напряжения электрической сети. Чаще всего блоки питания преобразуют переменный ток сети 220 В, частотой 50 Гц в заданный постоянный ток.

Подберем блок питания под шаговый двигатель. Для этого значение максимального тока должно быть больше рабочего тока двигателя. Сравним два блока: H300S36 и S-350-36.

H300S36

Стабилизированные, нерегулируемые источники питания H300S (рисунок 21) предназначены для преобразования сетевого напряжения 220В 50Гц в стабилизированное постоянное напряжение. Источники питания используются – для питания приводов постоянного тока: коллекторных двигателей, шаговых приводов, бесколлекторных двигателей, а также для других устройств и приборов. Источники питания постоянного тока состоят из сетевого трансформатора, стабилизаторов и схем электронной защиты. На передней панели блока расположены клеммы для подключения нагрузки и сетевого напряжения 220В. Источники питания имеют схему электронной защиты от перегрузок, короткого замыкания и высокого напряжения.

Рисунок 21 – Стабилизированный источник
питания постоянного тока H300S

Блок питания S-350-36, 350W, 36V

Импульсные блоки питания серия S (с одним номиналом выходного постоянного напряжения) предназначены для питания различных радиоэлектронных устройств и могут подключаться к однофазной сети переменного тока напряжением 110 В или 220 В, а также к источникам постоянного тока напряжением 300 В. Электронная схема управления эффективно защищает от короткого замыкания. Импульсные блоки питания имеют высокий коэффициент преобразования, небольшой вес и габариты. Данная серия блоков питания рекомендована для использования в системах ЧПУ, для питания электроники и двигателей. Выбираем блок питания с напряжением на выходе 36 В – S-350-36 (рисунок 22).

Рисунок 22 – Блок питания S-350-36

Сравним технические характеристики с помощью таблицы 20.

Таблица 20 – Технические характеристики блоков питания

Наименование	H300S36	S-350-36
Выходное напряжение, В	36	36
Выходной ток, А	8,3	13
Мощность, Вт	300	350
Входное переменное напряжение, В	210…370	115 или 230
Размеры, мм	226x115x50	215x115x50
Вес, кг	1,1	0,9
Цена, руб	4368,64	3200

Сравнивая характеристики блоков питания, можно сделать вывод, что второй вариант более предпочтительный, так как он имеет наименьшую цену и лучшие показатели.

Весовой элемент.

Контроль количества инструмента на складе осуществляется по весу тары с инструментом. В качестве весового элемента рассмотрим тензодатчики и весовые платформы.

Тензодатчик веса – это основной измерительный элемент, который применяется практически во всех типах оборудования, применяемого для измерения массы. Именно от тензодатчика напрямую зависит точность и скорость измерений веса (рисунок 23).

Рисунок 23 – Тензодатчик

Принцип работы системы измерения веса с использованием тензодатчика предельно прост: под действием массы груза, в тензодатчике возникает механическая деформация, которую и учитывает датчик, преобразует её в электрический аналоговый или цифровой сигнал, и передаёт на индикатор веса, на котором и отображается масса взвешиваемого груза.

Современные тензодатчики прекрасно справляются со своей работой даже в достаточно жестких условиях, поскольку обладают хорошей влаго- и пылезащитой.

Весовые платформы представляют собой эффективную комбинацию из двух составляющих – платформы (с пандусом или без) для размещения взвешиваемых товаров и индикатора, на который выводятся результаты взвешивания (рисунок 24). У весов с НВП до 500 кг весовая платформа, как правило, выполнена из высоколегированной нержавеющей стали. Этот же антикоррозийный сверхпрочный материал в некоторых наименованиях используется для изготовления корпусов индикаторов, что обеспечивает высшую степень защиты от внешних воздействий.

Рисунок 24 – Весовая платформа

Сравним весовой комплект для изготовления платформенных весов и весовую платформу.

Весовой комплект (рисунок 25).

Рисунок 25 – Весовой комплект

Состав комплекта представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Состав весового комплекта

Наименование	Количество
Тензометрический датчик SH8C (100, 250, 500, 1000 или 2000 кг)	4 шт.
Шаровая опора	4 шт.
Подкладная пластина	4 шт.
Суммирующая коробка SSJB-4	1 шт.
Кабель 4-х жильный экранированный d=5,0 мм	4 м
Цена, руб.	17420

Тензодатчик SH8C (рисунок 26).

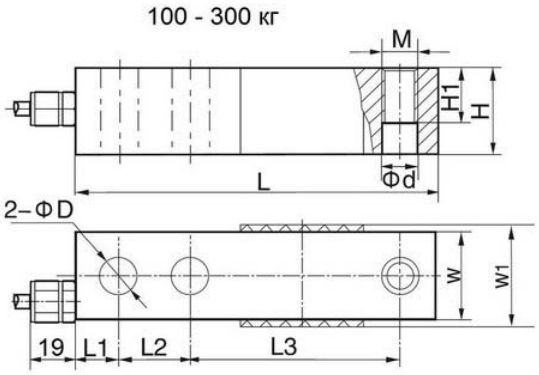


Рисунок 26 – Габаритный чертеж

Габаритные размеры представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Габаритные размеры

Нагрузка/размеры	L	L1	L2	L3	H	H1	W	W1	D	d	M
100–250 кг	130	15.8	25.4	76.2	31.8	15.8	31.8	34	13.5	13.5	M12x1,75

Шаровая опора

Шаровая опора представлена на рисунке 27.

Рисунок 27 – Шаровая опора

Подкладная пластина (рисунок 28).

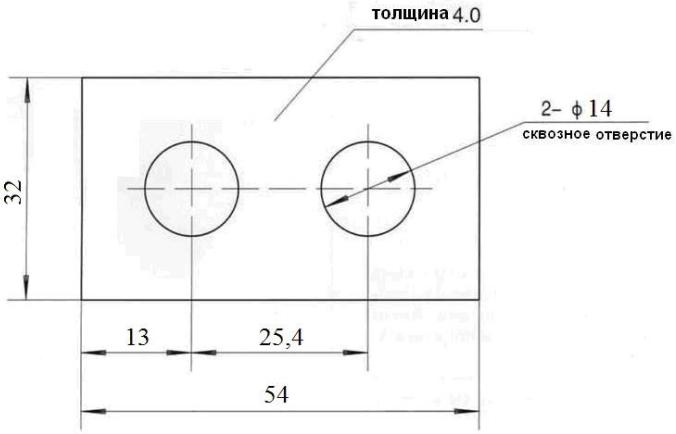


Рисунок 28 – Подкладная пластина

Суммирующая коробка (рисунок 29).

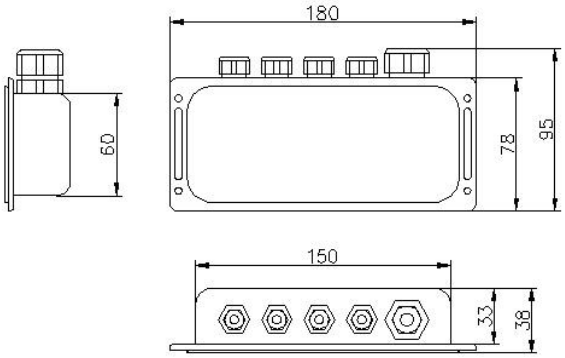


Рисунок 29 – Суммирующая коробка

Весовой комплект предназначен для изготовления платформенных весов. Комплект состоит из 4-х датчиков на сдвиг в сборе с шаровыми опорами, суммирующей коробки и сигнального кабеля.

С помощью комплекта можно создать весовую систему с наибольшим пределом взвешивания от 200 кг до 4-х тонн. Дискретность отсчёта при этом будет составлять от 100 г до 1 кг.

Весы ВЭТ-150-1С-Р

Весы электронные товарные ВЭТ предназначены для использования на предприятиях промышленности, торговли и общественного питания. Весы могут применятся и в других отраслях народного хозяйства.

Весы имеют следующие основные функции:

- определение массы взвешиваемого товара;
- суммирование массы товаров;
- выборка тары;
- обмен информацией с ПК по интерфейсу RS232C (опция).

Весы состоят из следующих основных частей: грузоприемной платформы с датчиком нагрузки, блока управления с клавиатурой и дисплеем, соединительных кабелей. Внутри корпуса блока управления расположены элементы электронной части весов, сетевой трансформатор и аккумулятор.

Принцип действия весов заключается в преобразовании силы тяжести, действующей на взвешиваемый груз в аналоговый сигнал на выходе тензодатчика и последующей цифровой обработке в микропроцессорном устройстве с выдачей результата на дисплей.

В состав весов входят следующие электронные блоки и узлы:

- сетевой трансформатор;
- аккумулятор;
- блок процессора; блоки индикации;
- клавиатура.

Весы имеют автономный режим работы, могут работать и от электросети 220В, 50 Гц. В таблице 23 представлены основные характеристики весовой платформы ВЭТ-150-1С-Р (рисунок 30) .

Таблица 23 – Технические характеристики

Класс точности весов по ГОСТ 29329 и МР МОЗМ Р 76	средний (III)
Пределы взвешивания (НПВ) , кг	150
Дискретность индикации и цена поверочного деления, гр	50
Время работы от полностью заряженного аккумулятора, не менее, час	10
Время измерения массы, сек, не более	2
Диапазон рабочих температур работы весов, °С	–10°С … +40°С
Относительная влажность при температуре +35°С	не более 85%
Питание: от сети переменного тока: частотой, Гц напряжением, В от встроенного аккумулятора напряжением, В	 50 220 6
Потребляемая мощность Вт	не более 15
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	400x500x80
Вес, кг	10
Средний срок службы, лет	12
Цена, руб	8890

Отличительная особенность напольных товарных весов данной модели – отсутствие какой-либо проводной связи между платформой и дисплеем. Вся передача данных происходит дистанционно, по каналу Bluetooth. Рабочее расстояние между грузоприемной платформой и прибором до 10 метров.

Рисунок 30 – Весы ВЭТ-150-1С-Р

Для двух поворотных столов потребуется 4 весовых элемента. Стоимость весового комплекта и весовых платформ будет 69680 руб. и 35560 руб. соответственно. Из этого делаем вывод, что выгоднее использовать весовые платформы. Для ориентирования положения весов на столешнице предусмотрены обнижения.

Рассчитаем массу конструкции со всеми элементами:

M = 1105,7 +1,15+1,61+8,4+0,135+10+10= 1136,995 кг.

2.3.3 Расчет надежности

2.3.3.1 Исходные данные для расчета безотказности

Для проведения расчета на надежность возьмем следующие элементы: шаговый двигатель, драйвер шагового двигателя, блок питания, датчики положения [13].

Для оценки использовались сведения о надежности комплектующих компонентов из стандарта MIL-HDBEK-217F, а также из спецификаций изделий.

Интенсивность отказов компонентов системы управления представлена в таблице 24.

Таблица 24 – Интенсивность отказов компонентов системы управления

Наименование компонента	Количество компонентов	Количество отказов за 100 тыс.часов
Шаговый двигатель	1	5
Драйвер шагового двигателя	1	2
Весовая платформа	2	5,26
Блок питания	1	0,43
Микроконтроллер	1	12

2.3.3.2 Оценка времени наработки до отказа и вероятности безотказной работы системы

Средняя наработка на отказ (англ. Mean time between failures, MTBF) – технический параметр, характеризующий надёжность восстанавливаемого прибора, устройства или технической системы.

Средняя продолжительность работы устройства между отказами показывает, какая наработка в среднем приходится на один отказ. Выражается в часах.

Формула расчета наработки на отказ:

$$T = \frac{10^5}{\lambda},$$

где Т – наработка на отказ,

λ – количество отказов.

Рассчитаем безотказность работы, используя таблицу 7.

- Для весовых платформ:

$$\lambda_{ВП} = 5{,}26 \cdot 2 = 10{,}53\left[10^{-5} / ч\right],$$

$$T_{ВП} = \frac{10^5}{\lambda_{ВП}} = \frac{10^5}{10{,}53} = 9497ч.$$

С учетом односменного режима работы и 8-ми часового рабочего дня получаем в итоге наработку на отказ 1187 рабочих смен. Так как в году 254 рабочие смены, то получаем наработку на отказ приблизительно 5 лет.

- Для шагового двигателя:

$$T_{ДВ} = \frac{10^5}{\lambda_{ДВ}} = \frac{10^5}{5} = 20000ч.$$

Наработка на отказ приблизительно 10 лет.

- Для драйвера шагового двигателя:

$$T_{ДР} = \frac{10^5}{\lambda_{ДР}} = \frac{10^5}{2} = 50000ч.$$

Наработка на отказ приблизительно 25 лет.

- Для блока питания:

$$T_{БП} = \frac{10^5}{\lambda_{БП}} = \frac{10^5}{0,43} = 234400ч.$$

Наработка на отказ приблизительно 115лет.

- Для микроконтроллера:

$$T_{ДВ} = \frac{10^5}{\lambda_{ДВ}} = \frac{10^5}{12} = 8333ч.$$

Наработка на отказ приблизительно 4 года.

Для итоговой оценки среднего времени наработки до $T_{ср}$ отказа на основе вычисленных интенсивностей отказов для системы управления получаем:

$$T_{ср} = \frac{9497 + 20000 + 50000 + 234400 + 8333}{5} = 64446ч.$$

Наработка на отказ разработанного поворотного стола, включая силовую электронику, микропроцессорную технику, а также весовые платформы, будет приблизительно 32 года.

Определяем вероятность безотказной работы системы P(t), то есть вероятность того, что в течение времени t=100 тыс. часов не будет ни одного отказа

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_H}} = e^{-\frac{100000}{322230}} = 0,7334.$$

В итоге получаем, что с вероятностью 73,34% за 100 тыс. часов не будет ни одного отказа.

2.4 Разработка плана расположения оборудования

Компоновка автоматизированного склада инструмента после автоматизации показана на рисунке 31.

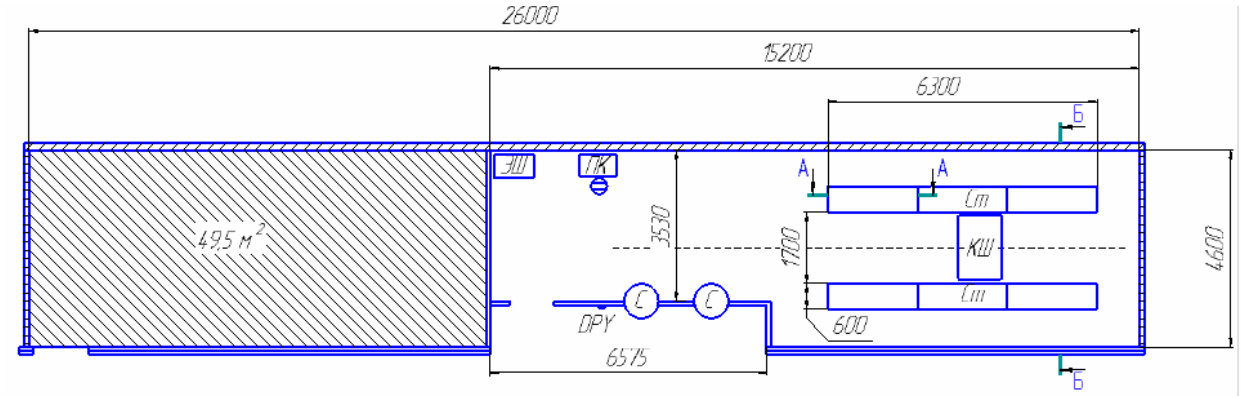


Рисунок 31 – Компоновка склада после автоматизации

Стеллажи Ст расположим симметрично относительно штабелера КШ, при это соблюдая ширину прохода для кранов-штабелеров. В процессе автоматизации склада одна из стен была частично заменена на деревянную отштукатуренную высотой 3м. В неё были вмонтированы два поворотных стола С и дисплей DPY для выбора инструмента. Персональный компьютер ПК обеспечивает функционирование крана-штабелера, столов и дисплея выдачи/сдачи инструмента. Электропитание всех элементов автоматизированного склада осуществляется от электрического шкафа ЭШ.

Каждый стеллаж поделен на три секции. Детальное расположение ящиков на одной секции стеллажа показано на рисунке 32.

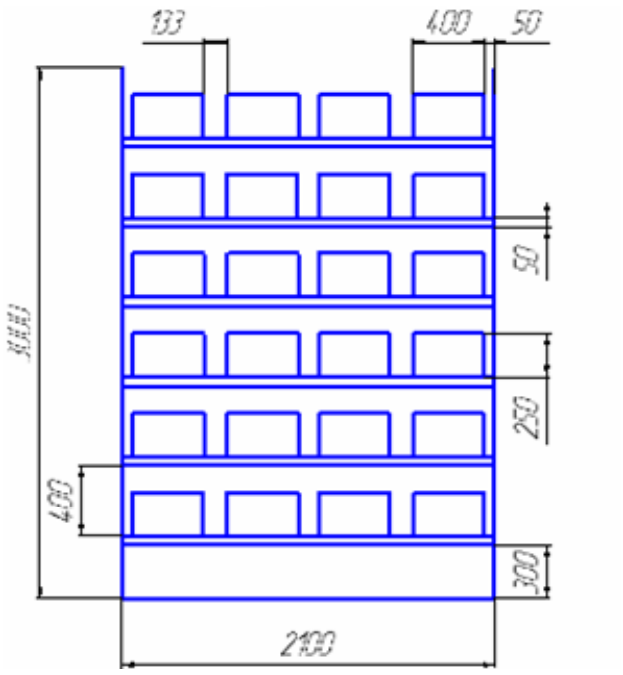


Рисунок 32 – Расположение ящиков на одной секции стеллажа

Исходная площадь ИРК была 120 м^2. В результате такой компоновки площадь склада уменьшилась на 49,5 м^2, что соответствует одной из задач автоматизации.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации и обслуживании автоматизированного склада инструмента

Анализ причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний – это исходное положение для инженерных решений при проектировании безопасных методов труда.

При анализе несчастных случаев необходимо иметь в виду, что они не являются случайными, а обусловлены теми или иными причинами. Задача состоит в том, чтобы выявить и исследовать эти причины.

Необходимо обеспечить безопасность труда при эксплуатации и обслуживании автоматизированного склада инструмента.

При выполнении работ в автоматизированных складах возможно воздействие опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травме работающих или явиться причиной заболевания:

1. Незащищенные движущиеся и вращающиеся части могут нанести травму техническому персоналу при соприкосновении с ними. К ним относятся: движущийся штабелер, передвигающиеся грузы, а также поворотный стол.

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.2.053-91 «Система стандартов безопасности труда. Краны-штабелеры. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.058-81 «Система стандартов безопасности труда. Краны грузоподьемные. Требования к цветовому обозначению частей крана, опасных при эксплуатации»;
- ГОСТ 12.2.072-82 «Система стандартов безопасности труда. Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности»;

- ГОСТ 12.2.072-98 «Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы. Требования безопасности и методы испытаний».

2. Возможность падения грузов из-за перегрузок или ненадежности крепления сменных грузозахватных приспособлений к штабелеру, в результате возможно повреждение открытых участков тела оператора.

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.010-82 «Система стандартов безопасности труда. Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации»;
- ГОСТ 12.3.020-80 «Система стандартов безопасности труда. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

3. Повышенный уровень шума и вибрации при работе штабелера. Возникающий в процессе работы штабелера шум отрицательно сказывается на работоспособности и здоровье человека. Утомление рабочих из-за шума приводит к травмам и увеличивает число ошибок в работе. Повышенный уровень вибрации нарушает физиологические функции организма (головные боли, микро-сотрясения внутренних органов, нервные расстройства, понижение работоспособности).

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.023-80 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Методы установления шумовых характеристик стационарных машин»;
- ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация»;

- ГОСТ 12.1.050-86 «Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах»;
- ГОСТ 12.1.012-90 «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».

4. Нахождение человека в рабочем пространстве штабелера.

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующем нормативном документе:

- ГОСТ 12.4.026-76 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности».

5. Неисправность защитных ограждений опасных зон склада;

6. Короткие замыкания, перегрузка электрической сети, могут привести к возникновению пожара.

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
- ГОСТ 12.1.009-76 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения»;
- ГОСТ 12.1.019-79 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
- ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»;
- ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»;
- ГОСТ 12.1.045-84 «Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.007.13-2000 «Система стандартов безопасности труда. Лампы электрические. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.007.14-75 «Система стандартов безопасности труда. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.032-84 «Система стандартов безопасности труда. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»;
- ГОСТ 12.4.155-85 «Система стандартов безопасности труда. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования»;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.018-93 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.033-81 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения»;
- ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»;
- ГОСТ 12.2.037-78 «Система стандартов безопасности труда. Техника пожарная. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.046-91 «Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования».

7. Несоответствие параметров микроклимата норме может привести к различным простудным заболеваниям, гипертоническим, костно-мышечного аппарата, кислородному голоданию мозга и т.д.

Требования безопасности подобных случаев представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.4.021-75 «Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования»;
- ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

8. Нарушение работы штабелера, а также его погрешность позиционирования при остановки возле нужной позиции может привести к сбою и остановке всей программы в целом.

Целью внедрения безопасных методов труда является сведение к минимуму процента риска приводящего к выше перечисленным случаям.

3.2 Оценка требований микроклимата помещения

Микроклимат помещения характеризуется совокупностью температур воздуха и внутренних поверхностей, относительной влажностью и подвижностью воздуха. Значения этих параметров определяют в зависимости от назначения помещения и времени года исходя из требований нормального протекания технологического процесса и комфорта находящихся в нем людей. Для собственно складских помещений основными являются те параметры, от которых зависит сохранность материальных ценностей.

В конторских и подсобных помещениях, предназначенных для постоянного или длительного пребывания обслуживающего персонала, наиболее важны те параметры, которые позволяют работать с максимальным комфортом. При этом они должны находиться в определенных сочетаниях между собой. Оптимальные (рекомендуемые) параметры микроклимата представляют собой

совокупность наиболее благоприятных условий, обеспечивающих правильное протекание технологического процесса, точное соблюдение режима хранения ценностей и наилучшее самочувствие персонала в конторских и технологических помещениях.

Допустимые (обязательные) величины климатического режима на складе устанавливаются в случаях, когда по каким-либо причинам не обеспечиваются оптимальные нормы. В качестве допустимых принимаются такие сочетания параметров воздуха, не вызывающие у человека при длительном воздействии состояний, которые нельзя нормализовать, и не вызывающие ухудшения потребительских качеств хранящихся ценностей. Допустимые и оптимальные параметры воздушной среды – температура, влажность и подвижность воздуха, а также гигиенические требования к ней в зависимости от назначения помещения и времени года регламентируются нормативно-техническими документами ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Расчетные обязательные параметры микроклимата следует выбирать в пределах оптимальных норм в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91.

В зависимости от назначения помещения допускаются разные частота и продолжительность отклонений внутренних условий от расчетных значений. Числовой характеристикой этих показателей является коэффициент обеспеченности Коб. Для помещений с постоянным пребыванием людей или постоянным технологическим режимом Коб = 0,9, с ограниченным пребыванием людей Коб = 0,7, с кратковременным – Коб = 0,5.

Наружные ограждения и система отопления должны обеспечивать поддержание в помещении заданных тепловых условий в течение всего холодного периода года. Ограждающие конструкции (наружные и внутренние стены, перегородки, покрытия, чердачные и междуэтажные перекрытия, полы, заполнение проемов: окон, фонарей, дверей, ворот) для складских зданий и

помещений, предназначенных для хранения веществ, материалов, продукции и сырья, должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 31-04-2001 «Складские здания», СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника», СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Ограждения здания должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами и быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. При проектировании зданий учитывают все факторы, влияющие на теплопередачу и теплопотери ограждающих конструкций.

Допустимая воздухонепроницаемость окон, дверей, стыков конструкции, стен и перекрытий здания определяется нормируемыми сопротивлениями воздухопроницанию при инфильтрации. Влагозащитные свойства ограждения должны исключать переувлажнение материалов за счет атмосферной влаги и диффузии водяных паров из помещения. Влажностный режим помещений в зимний период в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по СНиП П-3-79. В этом же документе даны теплотехнические показатели строительных материалов в зависимости от условий их эксплуатации.

3.3 Средства защиты и безопасности в автоматизированных системах

Автоматизация процессов является одним из наиболее эффективных путей повышения производительности труда, а также улучшения условий труда рабочих.

Основными причинами воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов при использовании автоматизированного оборудования являются: нарушение условий эксплуатации оборудования; нарушение требований безопасности труда при организации автоматизированного участка, связанные с неправильной планировкой оборудования, пультов управления, транспортно-накопительных устройств; отказ или поломка технологического оборудования, промышленных роботов и манипуляторов;

ошибочные действия оператора при наладке, регулировке, ремонте оборудования или во время работы его в автоматическом цикле; появление человека в рабочем пространстве оборудования; нарушение требований инструкций по технике безопасности; отказы в функционировании средств аварийной и диагностической сигнализации и отображения информации; ошибки в работе устройств программного управления и ошибки в программировании.

Роботизация. Универсальным средством, обеспечивающим комплексную автоматизацию производственных процессов и позволяющим быстро изменять последовательность, скорость и вид манипуляционных действий, являются промышленные роботы (ПР).

Механизация и автоматизация процессов, осуществляемая с помощью ПР, позволяет высвободить значительное число вспомогательных рабочих и направить их в основное производство. С помощью ПР успешно автоматизируются монотонно повторяющиеся операции и переходы производственного цикла, протекающие в производственной среде с высокой температурой, неприятными запахами, пылью, газами и гарью. Важным параметром, обеспечивающим безопасность персонала, обслуживающего ПР, и удобство работы оператора, является скорость перемещения исполнительных устройств.

Для повышения безопасности труда оператора в конструкции ПР предусмотрены устройства, при помощи которых поступают информации: о режиме работы, исполнении программы, работе по кодам программы; о срабатывании блокировок ПР и обслуживаемого им технологического оборудования; о наличии сбоя в работе ПР; о начале движения исполнительных органов ПР и их готовности к движению при выполнении управляющей программы.

Роботы необходимо оснащать средствами защиты (оградительными, предохранительными, блокирующими, сигнализирующими и др.), исключающими возможность воздействия на обслуживающий персонал опасных и вредных производственных факторов. Эти средства защиты не должны

ограничивать технологические возможности ПР и ухудшать условия их обслуживания и ремонта.

Для предотвращения поломок элементов оборудования, инструмента и другой оснастки, неполадок в системе управления ПР предусмотрены различные блокировочные устройства. Конструкции ПР должны включать средства, обеспечивающие остановку исполнительных органов при попадании человека на ту часть рабочего пространства, где ПР работает по программе. Чтобы манипуляторы не выходили за пределы запрограммированного рабочего пространства, предусматривают жесткие упоры, рассчитанные на нагрузку с учетом динамических и статических усилий, а также концевые выключатели. Блокирующие устройства ПР при работе в одном из режимов должны исключать возможность работы в другом режиме и самопроизвольное переключение с одного режима на другой.

С целью обеспечения безопасности оператора система управления ПР должна иметь устройство аварийного останова, которое срабатывает при любом нарушении работоспособности ПР независимо от режима его работы, в том числе при взаимном отключении любого вида питания, которое используется в обслуживаемом оборудовании.

При срабатывании устройства аварийного останова должно прекратиться любое движение ПР независимо от режима работы, за исключением случаев, когда его останов и фиксация в определенном положении ведут к возникновению опасных и вредных производственных факторов. Возобновление работы ПР осуществляется оператором с помощью специальной команды. Роботы, предназначенные для транспортирования изделий на высоте, оборудуют устройствами, исключающими падение перемещаемых грузов вследствие ослабления зажима охвата, внезапного отключения питания и других причин.

Органы управления ПР и средства отображения информации располагают на панели пульта управления; их расположение должно быть удобным для использования рабочими. При выборе средств отображения информации, требующих быстрой реакции рабочего, следует отдавать предпочтение звуковым

и световым сигналам достаточной мощности. Переключатели режимов работы ПР и регуляторы скорости должны иметь фиксаторы, не допускающие самопроизвольного их перемещения. Чтобы затруднить свободный доступ к органам пульта управления, применяют специальные крышки, кнопки, ручки и т. п. Основные органы управления ПР должны иметь четкие надписи и символы, указывающие их назначение. Органы аварийной остановки следует располагать в легкодоступном месте и выделять по размеру и цвету по сравнению с другими органами и кнопками.

Среди организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работы с ПР, следует отметить систему подготовки обслуживающего персонала к работе на ПР. К работе по программированию, обучению, наладке, ремонту и эксплуатации ПР допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие удостоверение на право обслуживания ПР. В процессе подготовки лиц, обслуживающих ПР, рассматриваются все возможные аварийные ситуации и отказы в работе роботов. Кроме того, изучаются практические приемы безопасной работы на ПР.

Неполадки и аварийные ситуации, возникающие в процессе эксплуатации ПР и технологического оборудования, используемого совместно с ним, должны ежедневно регистрироваться оператором, наладчиком и другими работниками в специальном журнале с целью незамедлительного их устранения.

4 ЭКОНОМИЧЕСИЙ РАЗДЕЛ

Расчёт стоимости элементов автоматизированного склада мелкогабаритного инструмента.

Для того чтобы внедрить в производство и эксплуатацию разработанную автоматизированную систему, надо произвести экономический расчёт её стоимости. Для этого выбираются компании-поставщики материалов и комплектующих, необходимых работ. Затем оцениваются затраты предприятия на приобретение товаров и услуг. Результаты анализа существующих рыночных предложений сведены в таблицу 25. Цены взяты на начало 2016 года с источников [5, 6, 12, 14].

Таблица 25 – Стоимость склада

Товар или услуга	Предприятие-поставщик	Кол-во, шт; Объём, $м^3$	Стоимость одного наименования, руб	Итог, руб
Лист г/к 10 Ст3	ООО ПК "СнабЭкспо"	0,0072 $м^3$	36580	2067,44
Лист г/к 50 Ст3	ООО ПК "СнабЭкспо"	0,278 $м^3$	38590	83851,44
Лист г/к 65 Ст3	ООО ПК "СнабЭкспо"	0,002 $м^3$	39590	628,78

Продолжение таблицы 25

Товар или услуга	Предприятие-поставщик	Кол-во, шт; Объём, $м^3$	Стоимость одного наименования, руб	Итог, руб
Лист г/к 100 Ст3	ООО ПК "СнабЭкспо"	0,092 $м^3$	33990	24610,32
Круг стальной г/к 20 Ст3	ООО ПК "СнабЭкспо"	0,000142 $м^3$	31590	35,42
Кран-штабелер	ОАО "Великолукский опытный машиностроительный завод"	1 шт	800000	800000
Стеллаж «ПрофСтеллаж»	ООО «ПрофСтеллаж»	6 шт	22244	126140
Тара ПК 04	ООО «Версия-Центр»	144 шт	3540	510912
Подшипник 2007920А	ООО «АРЕКОН»	2 шт	5432	10864
Шарики 19,84		100 шт	10	1000
Шаговый двигатель FL110STH150-6504A	ООО «НФП Электропривод»	2 шт	11800	23600

Окончание таблицы 25

Товар или услуга	Предприятие-поставщик	Кол-во, шт; Объём, $м^3$	Стоимость одного наименования, руб	Итог, руб
Драйвер шагового двигателя OMD-88	ООО «Онитекс»	2 шт	5770	11540
Муфта SJCA-40C RD	ООО «НФП Электропривод»	2 шт	1000	2000
Блок питания S-350-36	Интернет-магазин «Шаговик»	2 шт	3200	6400
Весы ВЭТ-150-1С-Р	ООО ПКФ «Импульс»	4 шт	8890	35560

ИТОГО: 1639209,4 руб.

Внедрение системы автоматизированного склада требует больших денежных вложений, которые возвращаются предприятию такими выгодами, как уменьшение трудоемкости, увеличение пропускной способности склада, снижение травматизма и ошибок, снижение доли бумажной рутины.

Экономический расчёт показывает, что предложенный вариант автоматизации является оптимальным сочетанием конструкторских решений и цены компонентов. При этом существуют пути уменьшения стоимости усовершенствованной системы. В первую очередь, можно снизить затраты при изготовлении тары.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы был спроектирован автоматизированный склад мелкогабаритного инструмента. Произведен анализ существующих конструкций штабелеров, тар и стеллажей. Спроектирована конструкция поворотного стола, составлен алгоритм работы и выбраны его элементы. Выполнена компоновка мелкогабаритного склада инструмента. Площадь спроектированного склада уменьшилась на 49,5 $м^2$, что соответствует задаче проектирования. В подтверждение результативности проделанной работы выполнен расчёт технико-экономических показателей, установлены нормы и правила БЖД.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оборудование для бизнеса и специальная техника. – http://b2bresurs.com/sklad-i-skladskoe-oborudovanie/

2. Автоматический склад. Высотный склад. Хранение. – http://www.industrial-logistics.ru/equipment/storage.html

3. Складские стеллажи, виды и современная классификация. – http://mainstro.ru/skladskie-stellazhi-vidy-i-sovremennaya-klassifikaciya/

4. Организация тарооборота. Назначение тары и ее классификация. – http://financial-opp.ru/shpargalki-po-organizatsii-proizvodstva/147-organizaciya-tarooborota-naznachenie-tary-i-ee.html

5. Крановый завод по производству грузоподъемного оборудования. – http://www.velkran.ru/firm/

6. Компания «ПрофСтеллаж». – http://profstellag.ru/o-kompanii/

7. Компания «Версия-Центр». – http://www.versmet.ru/page_36.html

8. Положение об организации работы инструментально-раздаточных кладовых (ИРК) бюро инструментального хозяйства (БИХ) цехов предприятия. – http://pandia.ru/text/77/166/17069.php

9. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В. Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

10. ГОСТ 27365-87. Подшипники роликовые конические однорядные повышенной грузоподъемности. Основные размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 25 с.

11. ГОСТ 3722-81. Подшипники качения. Шарики. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 16 с.

12. НПФ Электропривод. – http://electroprivod.ru/pdf/st_motor/FL110STH.pdf

13. Шкляр В.Н. Надёжность систем управления: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 126 с.

14. ООО ПК "СнабЭкспо". – http://мск-металлопрокат.рф/o_kompanii