

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет машиностроения
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
В.Р. Гасияров
2019 г.

Автоматизация процессов подготовки и загрузки сырья для станка

КО622Б

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ 15.03.04.2019.113.00 ПЗ (ВКР)

Нормоконтролер
Ст. преподаватель
Л.Н. Петрова

2019 г.

Руководитель работы
Ст. преподаватель
Л.Н. Петрова

2019 г.

Нормоконтролер
Ст. преподаватель
С.С. Воронин

2019 г.

Автор работы
студент группы МС-455
Владимир Владимирович
Юсупов

2019 г.

Челябинск 2019

ЗАДАНИЕ НА ВКР

(вставить, подписанный научным руководителем и заведующим кафедрой)

АННОТАЦИЯ

Юсупов В.В. Автоматизация подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. – Челябинск: ЮУрГУ, МС; 2019, 73 с., 46 ил., 11 табл., библиогр. список – 32 наим., 6 прил., 5 чертежей.

В настоящий момент подготовка и загрузка сырья для станка К0622Б осуществляется вручную. Было решено автоматизировать подготовку и загрузку сырья на базе имеющихся компонентов, а именно станка и двухконусного смесителя.

Система управления позволит сократить затраты и увеличить производительность.

В пояснительной записке представлена разработанная схема функциональная автоматизации, схема электрическая принципиальная и схема соединений системы управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б.

Цель выпускной квалификационной работы – автоматизация подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	8
1.1	Описание процесса изготовления деталей из металлических порошков, реализованного на станке КО622Б.....	8
1.1.1	Описание технологии изготовления металлических порошков	8
1.1.2	Смешивание металлических порошков.....	13
1.1.3	Прессование металлических порошков.....	14
1.1.4	Спекание металлических порошков.....	15
1.2	Цели и задачи автоматизации.....	17
2	ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	18
2.1	Описание принципа действия станка К0622Б.....	18
2.2	Описание процессов подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б.....	21
2.3	Разработка схемы электрической функциональной.....	24
2.4	Разработка схемы электрической принципиальной.....	25
2.4.1	Выбор чувствительных элементов.....	25
2.4.2	Выбор исполнительных элементов.....	29
2.4.3	Выбор программируемого логического контроллера.....	38
2.4.4	Выбор управляющих элементов.....	41
2.4.5	Выбор коммутационной аппаратуры.....	45
2.4.6	Выбор блока питания.....	50
2.5	Разработка схемы соединений системы управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б.....	52
2.6	Разработка циклограммы работы системы управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б.....	53
3	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	54
3.1	Разработка алгоритма работы системы.....	54
3.2	Разработка интерфейса оператора.....	54

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А Общий вид объекта автоматизации	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Функциональная схема автоматизации	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В Система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Схема электрическая принципиальная.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Схема электрическая соединений	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Циклограмма работы объекта.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Автоматизированная система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Алгоритм работы.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Темой выпускной квалификационной работы является «Автоматизация процессов подготовки и загрузки сырья для станка КО622Б» была сформулирована в период прохождения практики на производственном объединении «Октябрь» (г. Каменск-Уральский, Свердловская область, Российская Федерация) [1].

ФГУП «ПО «Октябрь» является одним из крупнейших предприятий радиоэлектронного комплекса Российской Федерации, которое выпускает широкий ассортимент продукции от простейших абонентских громкоговорителей до сложных автоматизированных систем управления, а именно:

- системы радионавигации и радиолокации для всех видов воздушного и морского транспорта;
- радиовысотометры для самолетов и вертолетов гражданской авиации;
- системы и средства безопасности движения на железнодорожном транспорте;
- оборудование и приборы для нефтяной, газовой промышленности и энергетики;
- соединители радиочастотные и низкочастотные;
- платы печатные односторонние, многослойные и СВЧ-диапазона;
- микросборки СВЧ-диапазона; средства УКВ-радиосвязи;
- вычислительную технику специального назначения;
- приборы пожарной безопасности, тренажеры для пожарных;
- системы охранной сигнализации, домофоны;
- радиоприемники, абонентские громкоговорители, комплексы громкоговорящей связи, другую аудиоаппаратуру;
- изделия из полимерных материалов и резины; литые детали для точного машиностроения;
- оснастку и инструменты;

- инвалидные коляски, медицинские приборы и оборудование.

На данном предприятии производство основано на использовании новейших технологий и современного оборудования, что позволяет добиваться высокого качества производимой продукции. Например, некоторые комплектующие изготавливаются с использованием технологии спекания деталей из металлических порошков.

Общий вид объекта автоматизации представлен в приложении А.

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Описание процесса изготовления деталей из металлических порошков, реализованного на станке КО622Б

1.1.1 Описание технологии изготовления металлических порошков

Технологический процесс изготовления деталей из металлических порошков достаточно прост. Он состоит из четырех основных частей: производство порошков, смешивание нужных порошков между собой, прессование сырья и спекание.

Порошковую металлургию применяют в крупносерийном производстве, поскольку этот метод экономически более выгоден, чем литейный метод изготовления деталей. Но не только по экономическим соображениям применяют порошковую металлургию так, например, вольфрам невозможно плавить и обрабатывать обычными методами литья, поскольку очень высока его температура плавления (3410°C). Поэтому, вольфрамовую нить для электрических ламп накаливания вытягивают из вольфрамовых штампиков, полученных прессованием и спеканием вольфрамового порошка.

Основными характеристиками металлических порошков являются:

- текучесть – это свойство порошка проходить через определенное отверстие;
- уплотняемость – это свойство порошка менять свой объем после воздействия под давлением;
- формируемость – это способность порошка принимать нужную форму;
- сжимаемость – это величина усадки и способность образовывать твердое тело при нагреве.

Классификация металлических порошков проводится по химическому составу, форме, размерам и насыпной массе. Металлические порошки, обладая относительно большой насыпной массой, активно поглощают влагу и кислород из воздуха, что значительно ухудшает их качества. Для предохранения порошков от

соприкосновения с атмосферой их необходимо транспортировать в герметичной таре, а хранить в сухом вентилируемом помещении [2].

Металлические порошки можно получать двумя способами: физико-механический и химико-металлургический.

При физико-механическом способе порошок получают путем механического измельчения твердого металла без изменения химических свойств материала. К физико-механическому способу относят:

- дробление и размол (измельчение стружки, обрезков и других компактных материалов в шаровых, вихревых и других мельницах);
- распыление (на струю расплавленного металла направляют поток воздуха или жидкости и все это происходит в центрифуге).

При химико-металлургическом способе изменяется химический состав или агрегатное состояние исходного материала. Основные методы при этом методе: восстановление окислов, электролиз металлов, термическая диссоциация карбонильных соединений. Физико-механический способ встречается в практике довольно чаще чем химико-металлургический.

Рассмотрим подробнее физико-механические способы получения металлических порошков.

1) Дробление и размол

Метод используется, когда в качестве сырья используются отходы производства (стружка, обрезки и т.д.). При этом методе можно получить порошок из любого металла.

На первом этапе сырье подвергают дроблению для получения стружки металла. Это делается потому, что стружку легче размолоть нежели большие обрезки металла. Способ дробления металлической стружки представлен на рисунке 1.

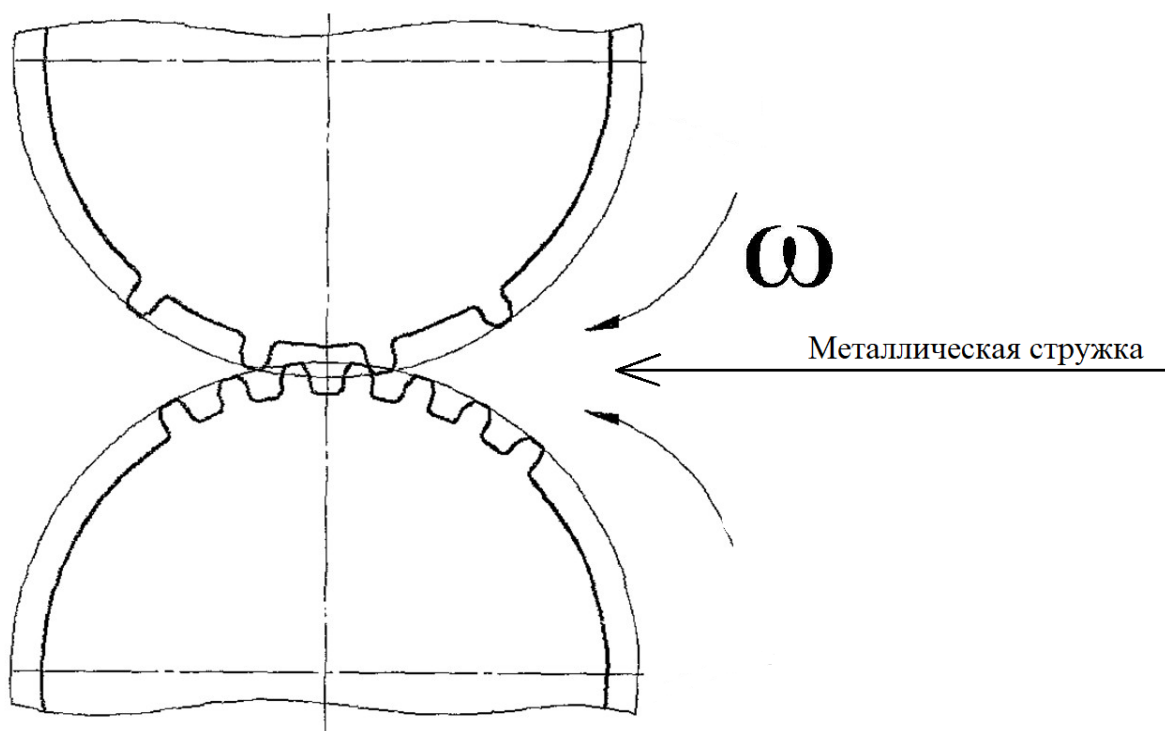


Рисунок 1 – Способ дробления металлической стружки

На втором этапе раздробленная стружка подвергается размолу в специальных мельницах (вихревых, шаровых, вибрационных). Чаще всего используется шаровая мельница. Она представляет собой цилиндр внутри которого находятся размольные металлические шары. При вращении цилиндра шары начинают движение и размалывают металлическую стружку.

Шаровая мельница представлена на рисунке 2.

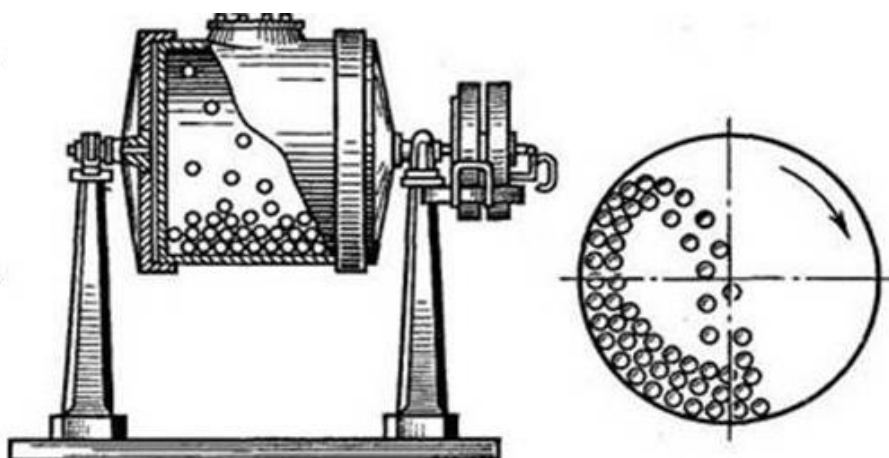


Рисунок 2 – Шаровая мельница

2) Распыление

Распыление водой – один из самых экономичных способов получения металлических порошков. Процесс выполняется в специальных распылительных камерах при помощи V-образных форсунок, через которые проходит вода. Поток расплавленного металла струёй стекает вниз и вода под высоким давлением (3,5 – 20 МПа) через форсунки распыляет поток металла на стенки распылительной камеры, которые в свою очередь вращаются. Вращение стенок распылительной камеры нужно для того, чтобы частицы порошка успевали остывать и не наплавлились друг на друга. Распыление происходит в камере с инертными газами (азот или аргон) чтобы не происходило окисление металлов.

Распылением водой получают порошки железа, нержавеющей стали, никелевых и других сплавов, чугунов [3].

Процесс получения металлических порошков при помощи распыления водой представлен на рисунке 3.

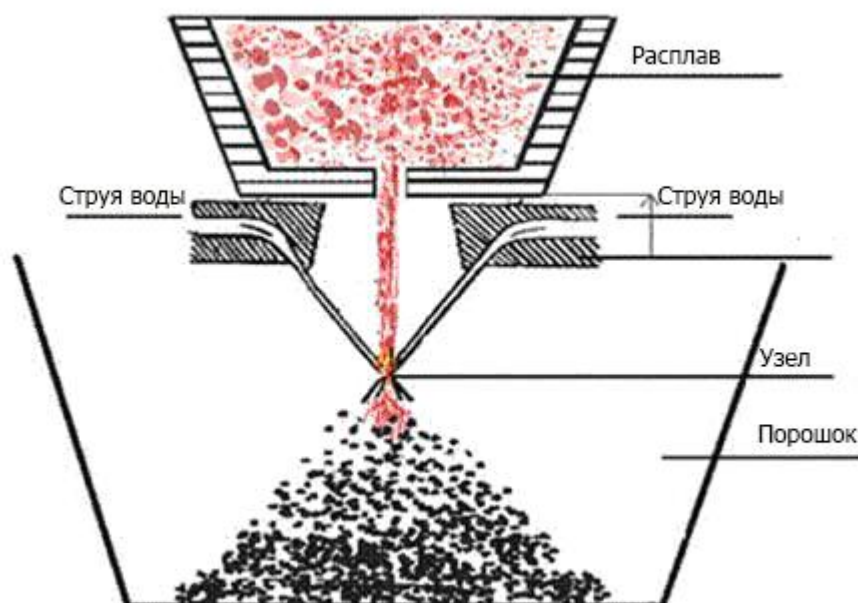


Рисунок 3 – Процесс получения металлических порошков способом распыления водой

Распыление газом – способ получения металлических порошков при помощи распыления струёй газа под высоким давлением (0,2 – 0,4 МПа). Распыление

газом идентично распылению водой. Форсунки используются не V – образные как в распылении водой, а прямоугольные. В качестве газа используются азот или аргон. При использовании этих газов получаются порошки с низким содержанием кислорода. Также в качестве газа используются водяной пар и воздух. Размер частиц металлического порошка зависит от скорости распыляющего газа. Эта зависимость представлена на рисунке 4 [4].

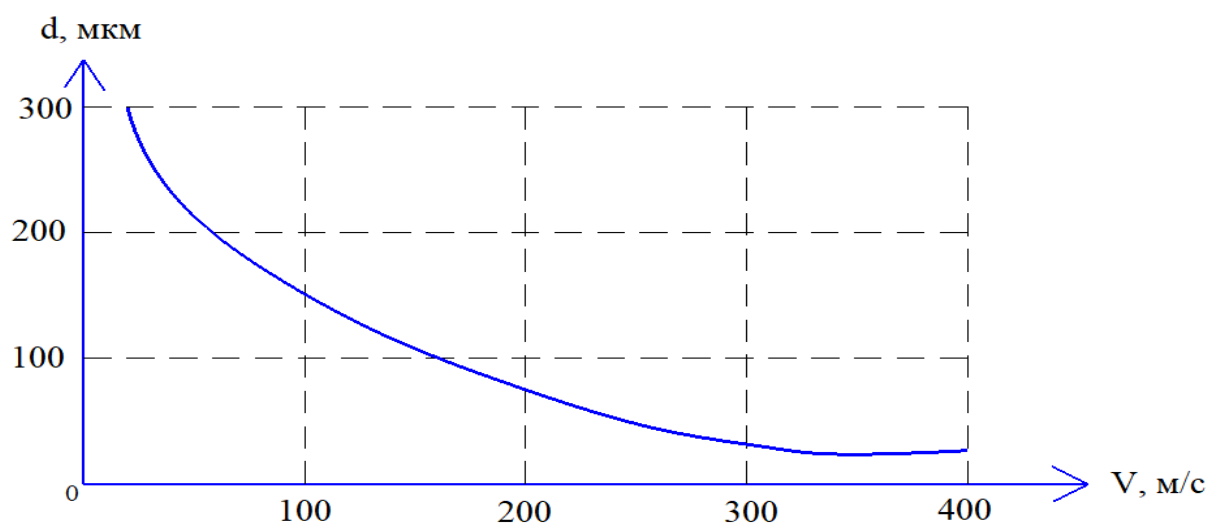


Рисунок 4 – Зависимость размера частиц от скорости газа

Получение металлических порошков при помощи распыления газом представлено на рисунке 5.

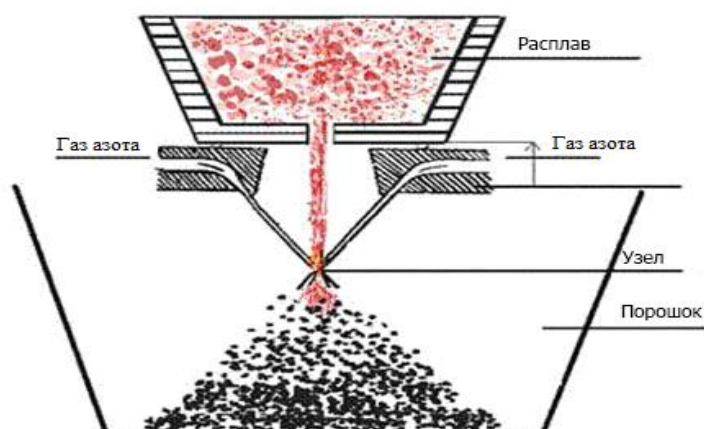


Рисунок 5 – Распыление газом азота

1.1.2 Смешивание металлических порошков

Смешивание – важнейшая из подготовительных операций процесса порошковой металлургии – производится путем приготовления из металлопорошков различного химико-гранулометрического состава однородной субстанции. От того насколько тщательно проходит смешивание металлических порошков зависит качество готовых изделий. Смешивание металлических порошков происходит в смесителях. Смеситель представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Смеситель для смешивания металлических порошков

Равномерность и быстрота распределения частиц порошковых компонентов в составе смеси будут тем эффективнее, чем ближе друг к другу абсолютные величины их плотности. При существенном расхождении абсолютных величин неизбежно расслоение составляющих. Для предотвращения этого фактора компоненты следует загружать по отдельности в следующей последовательности: в первую очередь порошок с более крупной фракцией с порошком наименее мелкой фракции, а затем уже все прочие [5]. Смесь мелкой и крупной фракции порошка представлена на рисунке 7.

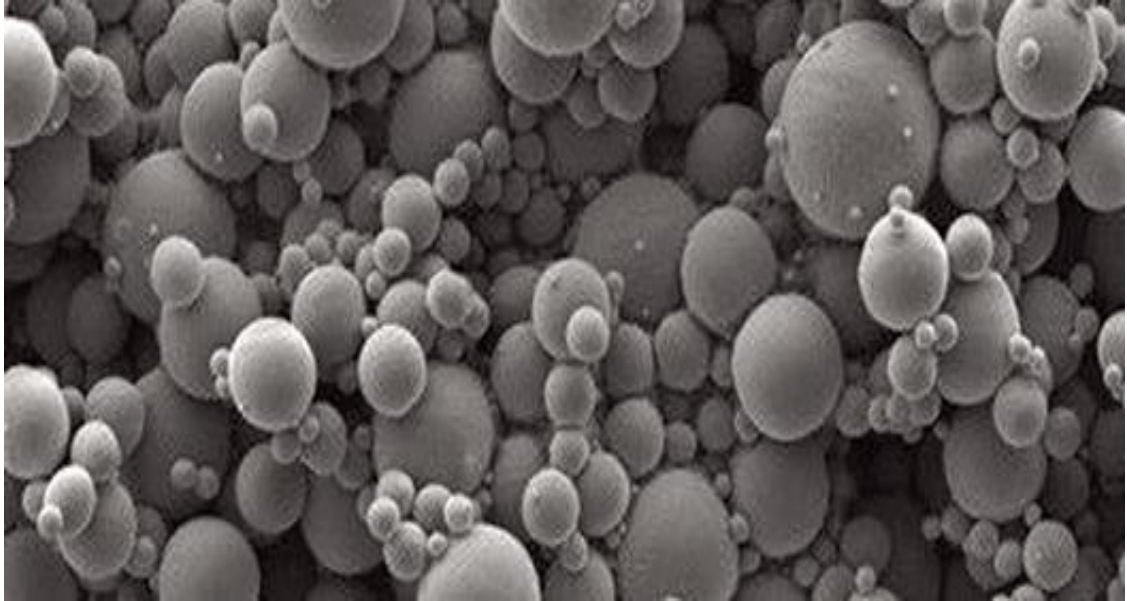


Рисунок 7 – Смесь мелкой и крупной фракции порошка

1.1.3 Прессование металлических порошков

Прессование – формирование изделий из металлических порошков в пресс-формах или оболочках под действием давления. Чаще всего прессование металлических порошков происходит в жестких пресс-формах под высоким давлением (200 – 2000 МН/м²). Объем порошкового тела изменяется за счет заполнения пустот между частицами и пластической деформации. Величины давлений, применяемых в прессовании, зависят от прочности и пластичности прессуемого материала, конструкции пресс-формы, требуемой конечной плотности и других факторов.

Для прессования металлических порошков используют специальные автоматические станки. Станок осуществляет: перенос порошка кассетой в матрицу, заполнение матрицы порошком, выталкивание изделия из матрицы, сталкивание изделия в лоток [6].

Устройство станка для металлических порошков представлено на рисунке 8.

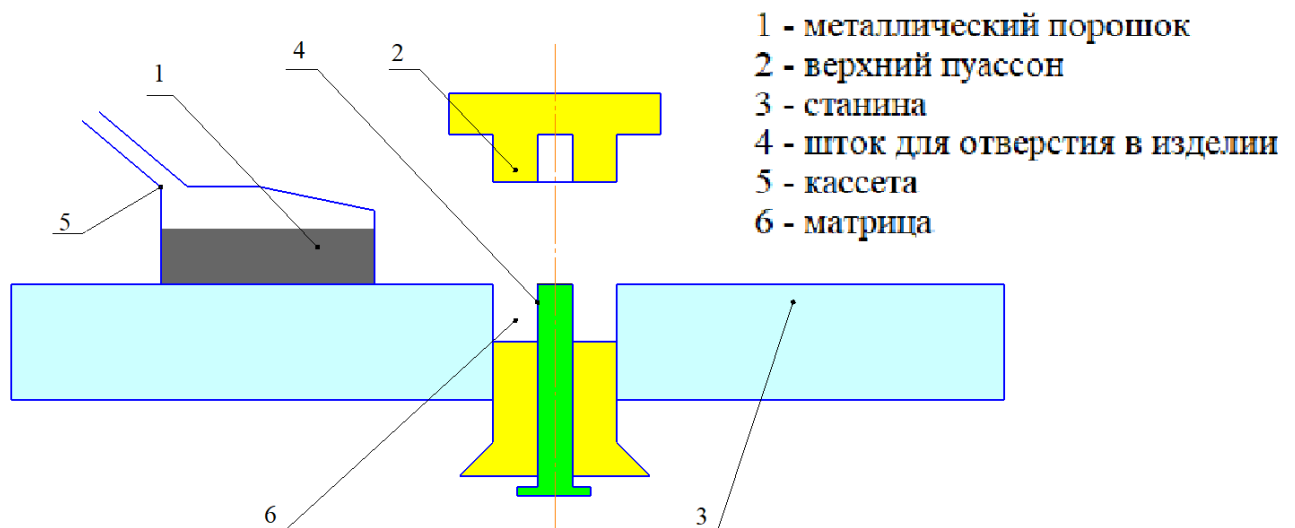


Рисунок 8 – Устройство автоматического станка для металлических порошков

1.1.4 Спекание металлических порошков

Спекание порошковых материалов представляет собой тепловую обработку свободно насыпанного порошка или спрессованных заготовок при температуре 70 – 90% абсолютной температуры плавления металла порошка или температуры плавления основного металла в многокомпонентной системе порошков.

Цель операции спекания – превращение непрочной заготовки в прочное спеченное тело со свойствами, приближенными к свойствам литого материала. Упрощённо можно представить, что при спекании изменяется характер физической границы раздела частиц – межчастичные контактные поверхности – и за счёт увеличения подвижности атомов при нагреве на ней возникают металлические связи или она исчезает совсем.

Спекание происходит в защитной атмосфере. Это нужно для того чтобы не происходило окисление металла и восстановление оксидных плёнок, имеющих на поверхности частиц. Чаще всего в качестве защитного газа используется водород и азот.

Для спекания деталей из металлических порошков используют различные типы печей, различающихся по конструкции и по способу нагрева. Выбор типа

печи зависит от многих факторов, в том числе от свойств спекаемого материала, условий спекания (характера защитной среды, температуры и выдержки при спекании, режима нагрева и охлаждения) и от требуемой производительности.

Печи для спекания классифицируют по следующим признакам:

- с газовым или электрическим обогревом;
- периодического или непрерывного действия;
- с воздушной, нейтральной, газовой или вакуумной атмосферой;
- низкотемпературные (до 1250°C) и высокотемпературные (выше 1250°C);
- автоматические, полуавтоматические и неавтоматические.

На рисунке 9 представлен пример вакуумной печи для спекания изделий из металлических порошков.



Рисунок 9 – Вакуумная печь для спекания изделий из металлических порошков

1.2 Цели и задачи автоматизации

В данной выпускной квалификационной работе целью является автоматизация подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б.

В ходе проектирования автоматизированной системы будут решены задачи в следующей последовательности:

- загрузка металлического порошка в дозатор при помощи загрузчика порошка (рисунок 16);
- дозировка в шнековом микродозаторе (рисунок 15);
- транспортировка порошка из бака дозатора в смеситель (рисунок 17) при помощи загрузчика порошка (рисунок 18);
- перемешивание нескольких порошков в однородное сырье с помощью смесителя (рисунок 17);
- транспортировка однородного сырья из бака смесителя в станок K0622Б (рисунок 10) при помощи загрузчика порошка (рисунок 18).

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Описание принципа действия станка K0622Б

Станок K0622Б предназначен для прессовки металлических порошков в жестких пресс-формах. Он работает в четыре действия: загрузка порошка в кассету, подача порошка из кассеты в матрицу, прессовка порошка верхним и нижним пуассоном, сталкивание кассетой заготовки и засыпка порошка в матрицу. Станок K0622Б представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Станок K0622Б

Загрузка порошка в кассету происходит при помощи загрузчика порошка. Загрузка порошка в кассету представлена на рисунке 11.

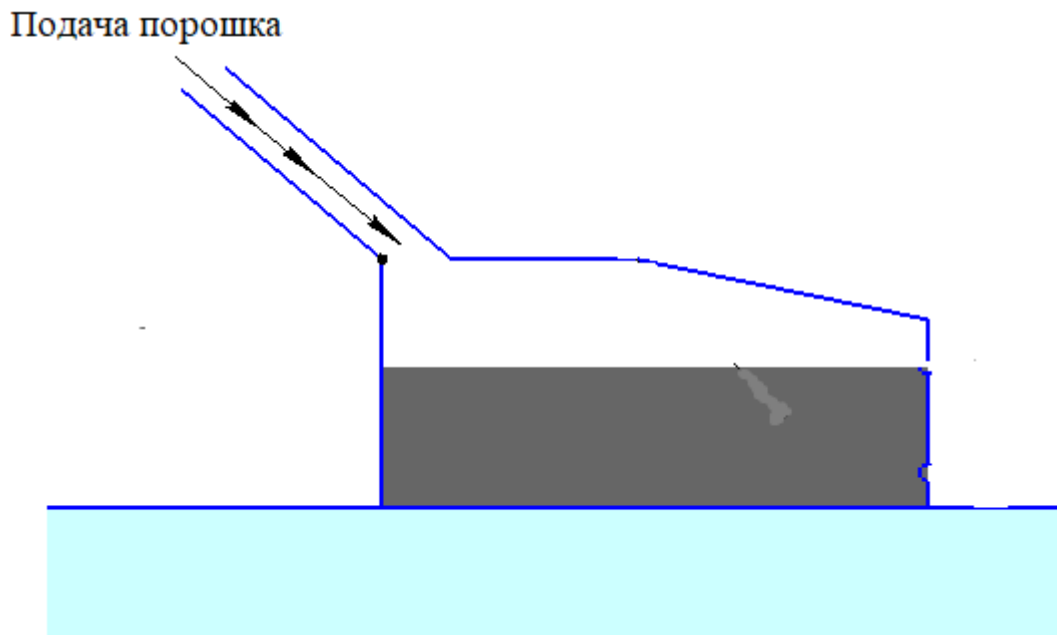


Рисунок 11 – Загрузка порошка в кассету

Как только порошок заполнил кассету, она движется на пустую пресс-форму и порошок за счет силы тяжести заполняет матрицу станка. Кассета возвращается в исходное состояние. Заполнение матрицы металлическим порошком представлено на рисунке 12.

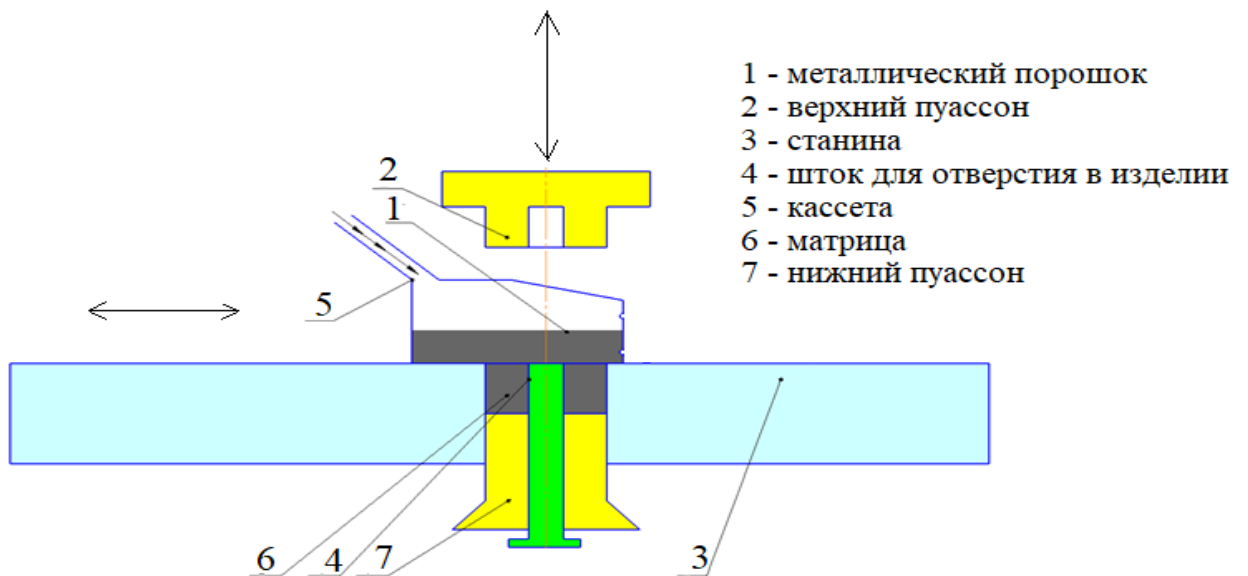


Рисунок 12 – Заполнение матрицы металлическим порошком

Как только кассета вернулась в исходное состояние начинается прессовка металлического порошка. Прессование происходит верхним и нижним пуассоном под давлением около 100 МН/м^2 . Прессование проходит на протяжении 2 секунд. После прессования верхний пуассон возвращается в исходное состояние, а нижний пуассон поднимается на уровень станины станка и тем самым поднимает заготовку. Прессование металлического порошка представлено на рисунке 13.

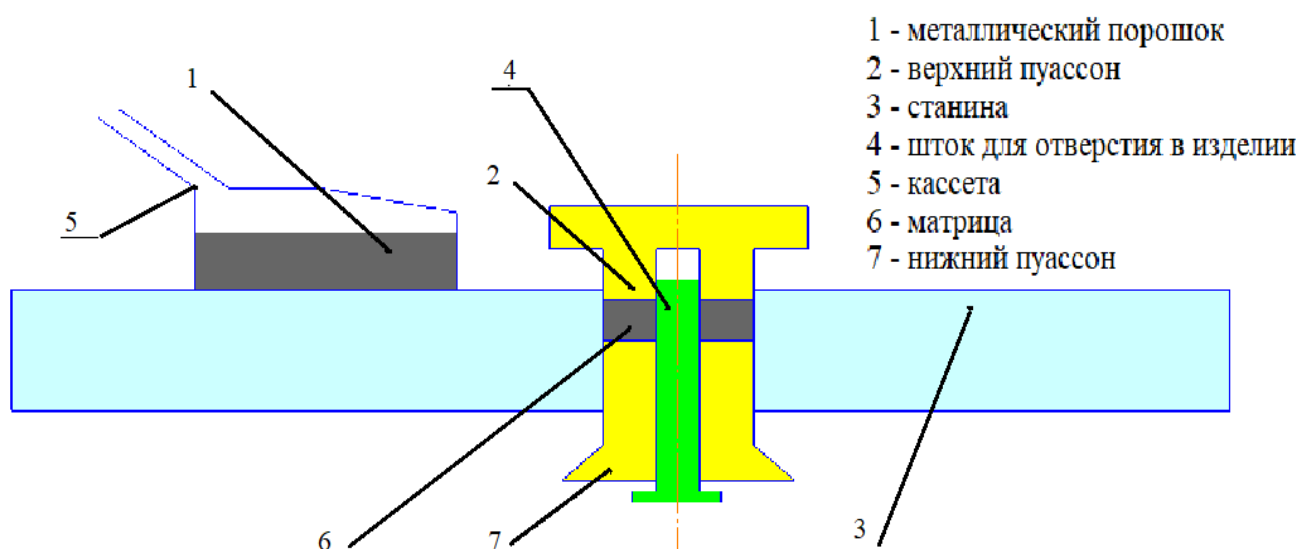


Рисунок 13 – Прессование металлического порошка

После того как нижний пуассон поднял заготовку кассета перемещается на матрицу, сталкивая заготовку из зоны прессования. Как только кассета установилась над матрицей нижний пуассон опускается в исходное положение. Столкнув заготовку и заполнив матрицу, кассета возвращается в исходное состояние и процесс повторяется. Столкновение заготовки и заполнение матрицы представлено на рисунке 14.

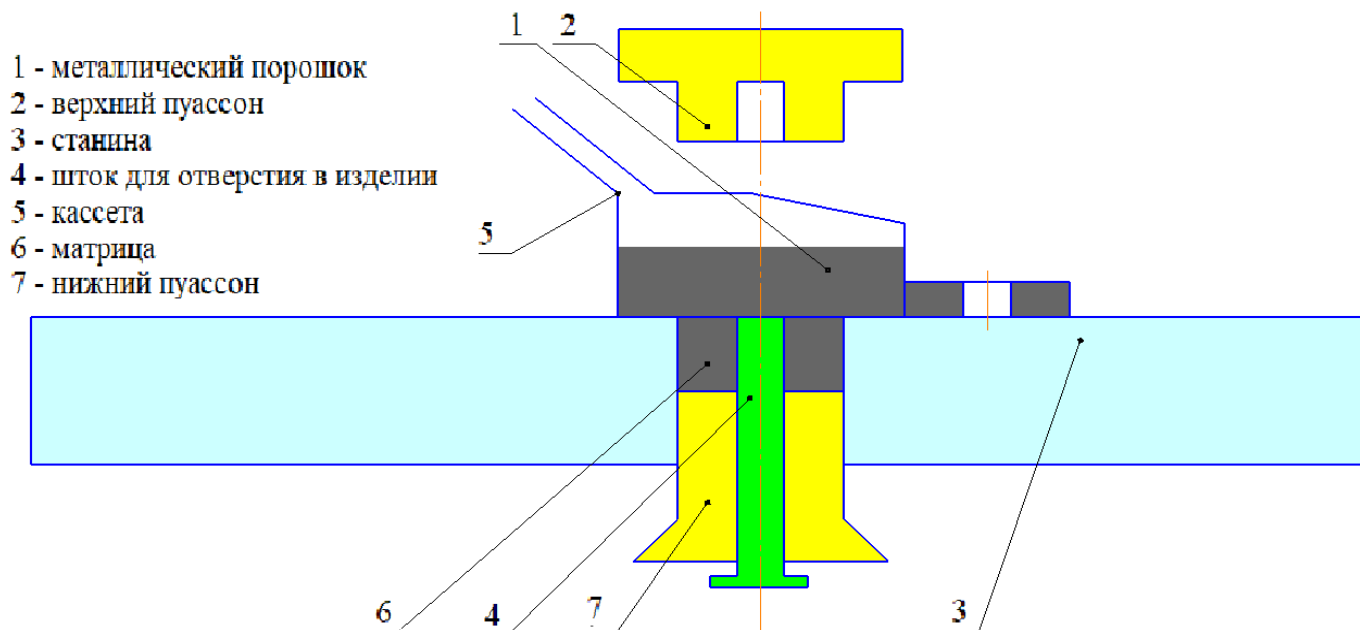


Рисунок 14 – Сталкивание заготовки и заполнение матрицы

2.2 Описание процессов подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б

Подготовка и загрузка металлического порошка для станка K0622Б происходит при участии людей. Дозировка происходит на электронных весах. Смешивание всех компонентов осуществляется в двухконусном смесителе, но транспортировка все же проходит вручную. Чтобы повысить производительность линии по выпуску деталей из металлических порошков нужно автоматизировать подготовку и подачу сырья для станка K0622Б. Начнем с дозировки металлических порошков. Для выпуска некоторых деталей требуется высокая точность дозировки порошков, поэтому нам нужен высокоточный дозатор. Нам подойдет весовой шнековый микродозатор фирмы «Моретто» с точностью 0,05 кг. Дозатор представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Шнековый микродозатор

Транспортировка порошка из бака в дозатор будем осуществлять при помощи загрузчика порошка. Он крепится на бункер дозатора и транспортирует порошок из ёмкости с металлическими порошками в бункер дозатора. Загрузчик порошка представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Загрузчик порошка

После дозирования всех компонентов их нужно смешать между собой до однородной массы. Смешивание порошков происходит в двухконусном смесителе. Смешивание порошков происходит в течении трёх часов. Это нужно для того чтобы из нескольких порошков получилась однородная смесь. Смеситель приводит во вращение асинхронный электродвигатель в пару с червячным редуктором. Двухконусный смеситель представлен на рисунке 17.



Рисунок 17 – Двухконусный смеситель

После того как все компоненты смешались между собой до однородной смеси ее нужно подать в питатель станка К0622Б. Транспортировка сырья из бака смесителя в бункер питателя станка осуществляется при помощи загрузчика порошка представленного на рисунке 18.



Рисунок 18 – Загрузчик порошка

После загрузки порошка в питатель станка загрузчик порошка выключается и включается станок K0622Б. Прессование на станке K0622Б происходит до тех пор, пока в смесителе и в питателе не кончится сырье.

2.3 Разработка схемы электрической функциональной

Схема электрическая функциональная (функциональная схема автоматизации) – схема, разъясняющая процессы работы объекта. Данными схемами пользуются для изучения принципов работы объекта, а также при их наладке [7].

Схема автоматизации не является детальным изображением элементов производства и связей между ними. Все элементы на схеме изображаются условно, без соблюдения масштаба.

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является одним из основных проектных документов, которые определяют функциональную структуру и объем автоматизации технологического оборудования.

На ФСА отображают:

- оборудование и коммуникации объекта автоматизации;
- органы контроля и управления, а также входящие в них технические средства;

- линии связи между техническими средствами автоматизации.

Основными элементами контроля и управления на ФСА являются:

- электродвигатели M1 - M20 – используется для вращения шнеков, работы загрузчиков порошка, поворота вентиляей, вращения смесителя и для движения кассеты;

- датчики уровня LS1, LS2, LS5 - LS24 – используются для определения уровня порошка в ёмкостях;

- датчики положения ZS3, ZS4 – используются для определения наличия шланг смесителя;

Функциональная схема автоматизации системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б представлена в приложении Б (2 листа).

2.4 Разработка схемы электрической принципиальной

Принципиальная схема, принципиальная электрическая схема – графическое изображение, служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений связей между элементами электрической системы.

2.4.1 Выбор чувствительных элементов

При автоматизации технологического процесса необходимо получать сигналы о состоянии элементов объекта. Эти сигналы служат для контроля и управления теми или иными элементами объекта. Полученные сигналы приходят от чувствительных элементов. Они преобразовывают различные электрические и неэлектрические сигналы в удобный для дальнейшего использования сигнал. Это преобразование происходит при помощи датчиков.

Датчик – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем [8].

Подбор датчиков зависит от вида входных величин, которые необходимо контролировать, а также от предъявляемых к системе управления требований.

Для работы автоматизированной системы управления подготовкой и загрузкой сырья в станок К0622Б был осуществлен подбор следующих элементов:

- Датчики крайнего правого и левого положения кассеты питания;
- Датчики уровня в емкости с металлическими порошками, в бункере дозатора, в баке дозатора, в смесителе и в бункере питателя станка;
- Датчики положения шланг в смесителе.

Подбор датчиков для автоматизированной системы управления подготовкой и загрузкой сырья в станок К0622Б осуществлялся на основании следующих требований:

- высокоточное определение положения элемента в пространстве;
- высокая частота срабатывания;
- высокая надежность конструкции прибора.

На основании перечисленных выше требований были выбраны ёмкостные датчики уровня А81А5-31N-10-LZ российского производителя «Теко» в количестве 18 штук. Датчики выполнены в цилиндрическом корпусе и срабатывают по приближению металлического порошка к чувствительному элементу. Чувствительный элемент защищен пластиковой крышкой и служит так же от налипания порошка на датчик.

Главным достоинством емкостного датчика А81А5-31N-10-LZ является отсутствие механически подвижных частей, что говорит о его долговечности [9]. Ёмкостный датчик уровня А81А5-31N-10-LZ представлен на рисунке 19.



Рисунок 19 – Ёмкостный датчик
уровня А81А5-31N-10-LZ

В автоматизированной системе управления подготовки и загрузки металлических порошков для станка К0622Б ёмкостные датчики уровня выполняют следующие функции:

- сигнализируют о верхнем и нижнем уровне порошка в ёмкости с металлическими порошками;
- сигнализируют о верхнем и нижнем уровне порошка в бункерах дозатора;
- сигнализируют о нижнем уровне порошка в баке дозатора;

- сигнализируют о верхнем и нижнем уровне порошка в питателе станка;
- сигнализируют о нижнем уровне порошка в смесителе.

Технические характеристики датчика A81A5-31N-10-LZ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики датчика A81A5-31N-10-LZ

Параметр	Значение параметра
Размер корпуса, мм	M30x1,5x74
Тип корпуса	Цилиндрический резьбовой
Номинальный зазор, мм	10
Рабочий зазор, мм	0...8
Способ установки в металл	Встраиваемый
Максимальный рабочий ток, мА	400
Диапазон рабочих напряжений, В	10...30
Тип контакта	NPN
Частота переключения, Гц	100
Подключение кабелем, кв. мм	3x0,34
Световая индикация	Есть
Комплексная защита	Есть
Кол-во проводов, шт	3
Принцип измерения	Ёмкостный
Присоединение	Кабель
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+75

Подбор датчиков положения кассеты и шланг в питателях выбирается по следующим параметрам:

- простота конструкции;
- надежность;
- быстродействие.

На основании вышеперечисленных параметров выбран индуктивный датчик ВБ2.18М.53.8.1.1.К российского производителя «Овен» в количестве четырех штук. Датчики выполнены в цилиндрическом металлическом корпусе и срабатывают по приближению предмета к чувствительному элементу. Чувствительный элемент защищен пластиковой крышкой.

Главное достоинство индуктивных датчиков положения заключается в отсутствии контакта, что говорит о его долговечности [10]. Индуктивный датчик положения ВБ2.18М.53.8.1.1.К представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 – Ёмкостный датчик положения ВБ2.18М.53.8.1.1.К

Технические характеристики датчика положения ВБ2.18М.53.8.1.1.К представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики датчика положения ВБ2.18М.53.8.1.1.К

Параметр	Значение параметра
Принцип действия	Ёмкостный
Конструктивное исполнение	Цилиндрический с резьбой М18
Длина, мм	53

Окончание таблицы 2

Параметр	Значение параметра
Длина срабатывания, мм	8
Вид датчика	p-n-p замыкающий
Питание, В	10...30
Способ подключения	Кабель

2.4.2 Выбор исполнительных элементов

Для вращения и перемещения элементов системы загрузки и подготовки сырья для станка К0622Б используются электродвигатели М1 – М13. Для перемещения кассеты (М1), вращения смесителя (М3) и шнеков (М9 – М12) были выбраны асинхронные электродвигатели.

Асинхронный двигатель – это асинхронная электрическая машина переменного тока в двигательном режиме, у которой частота вращения магнитного поля статора больше чем частота вращения ротора [11]. Асинхронные электродвигатели в наше время являются самыми распространенными электрическими приводами потому что имеют ряд преимуществ:

- простое устройство делает таковой экономичным в производстве;
- низкое потребление энергии приводит к экономичности устройств, оснащённых таким двигателем;
- универсальность применения в аппаратах, где не требуется точное поддержание частоты вращения или существует схема управления с обратной связью, обеспечивающая вращение с заданной частотой;
- высокая надёжность в работе [12].

Для перемещения кассеты и вращения шнеков требуется асинхронный электродвигатель малой мощности, а для вращения смесителя необходим привод более мощный.

Подберем электродвигатели для шнеков и кассеты (М1, М9 – М12). Исходные данные:

- $Q = 100$ кг/ч – производительность шнека;
- $L = 0,3$ м – длина шнека;
- $W = 1,2$ – коэффициент сопротивления перемещения продукта;
- $\alpha = 0$ – угол наклона шнекового транспортера;
- $T = 0,9$ – коэффициент полезного действия передачи.

При помощи вышеперечисленных параметров рассчитаем мощность электропривода при помощи формулы:

$$P = \frac{Q \cdot L(\cos\alpha + W)}{367 \cdot T};$$
$$P = \frac{100 \cdot 0,3(0 + 1,2)}{200 \cdot 0,9} = 0,2 \text{ кВт.}$$

Из расчета мощности подходит асинхронный электродвигатель, мощность которого 0,25 кВт. Выберем электродвигатель АИР56В2 российской компании «Электромотор» [13]. Также двигатель должен иметь трехфазное подключение. Внешний вид электродвигателя для шнеков АИР56В2 представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Электродвигатель АИР56В2

Технические характеристики электродвигателя АИР56В2 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики электродвигателя АИР56В2.

Параметр	Значение
Мощность, Вт	250
Частота вращения, об/мин	2720
КПД, %	68
Вес, кг	4,5
Диаметр вала, мм	15
Рабочий ток, А	0,73
Кратность пускового тока $I_{п}/I_{н}$	7
Кратность максимального момента $M_{max}/M_{н}$	3

Для вращения смесителя нужен привод более мощный чем для вращения шнеков. Подберем электродвигатель для смесителя по следующим параметрам:

- промышленная трехфазная сеть 400 В;
- мощность 2,2 кВт;
- максимальная частота вращения 3000 об/мин;
- рабочий ток не более 5 А;
- КПД не менее 60%;
- фланцевое соединение.

Исходя из вышеперечисленных требований нам подходит электродвигатель АИР80В2 российской компании «Электромотор». Внешний вид электропривода представлен на рисунке 22.



Рисунок 22 – Электропривод АИР80В2

Технические характеристики АИР80В2 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики электродвигателя АИР80В2

Параметр	Значение
Мощность, кВт	2,2
Частота вращения, об/мин	3000
КПД, %	81
Масса, кг	19,5
Диаметр вала, мм	22
Рабочий ток, А	4,8
Кратность пускового тока $I_{п}/I_{н}$	7
Кратность максимального момента $M_{max}/M_{н}$	2,2

Подберем ШВП. ШВП нужна для того чтобы линейно перемещать кассету с порошком. Кассета с порошком достигает массы 1,2 кг. Рабочий ход кассеты 40 см. Данным требованиям соответствует модуль линейного перемещения

DBX1605-500 [14]. Технические характеристики модуля линейного перемещения DBX1605-500 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Модуль линейного перемещения DBX1605-500.

Параметр	Значение
Тип передачи	ШВП
Диаметр винта ШВП, мм	16
Шаг винта ШВП, мм	5
Ресурс, ч	4000-5000
Рабочий ход, мм	500

Внешний вид модуля линейного перемещения DBX1605-500 представлен на рисунке 23.

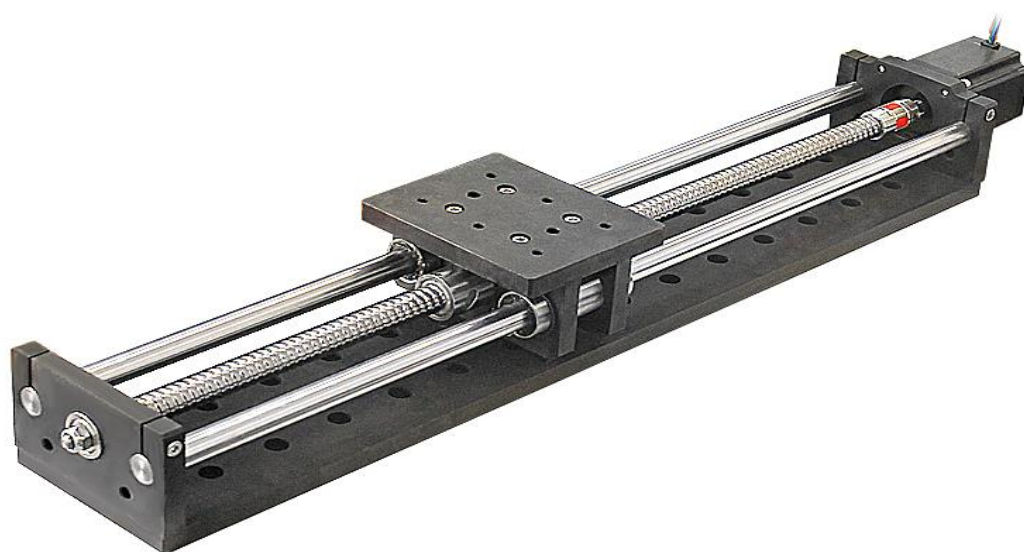


Рисунок 23 – Модуль линейного перемещения DBX1605-500

В комплекте с модулем также идёт муфта типа ВА1820-8-8. Диаметр для соединения двигателя 8 мм.

Для прекращения движения металлического порошка по трубопроводам и удержания его в резервуарах подберем затворы. Для автоматизированной системы подготовки и загрузки порошка нужны затворы высокой надежности и с

возможностью работы в пыльной среде. Этим требованиям соответствует шаровой затвор VSS 150 итальянской компании WAMGROUP. Шаровой затвор VSS 150 состоит из корпуса из углеродистой или нержавеющей стали, покрытого конструкционным полимером, который выполняет функцию уплотнительной прокладки. За счет комбинации этой прокладки и гладкой поверхности закрывающей полусферической крышки, также выполненной из конструкционного полимера, затвор отличается пыленепроницаемостью. Высоту полусферической крышки можно регулировать, чтобы спустя определенный срок работы, восстановить ее свойства. Внешний вид шарового затвора VSS 150 представлен на рисунке 26.



Рисунок 25 – Внешний вид шарового затвора

Габаритные размеры шарового затвора VSS150 представлены на рисунке 26.

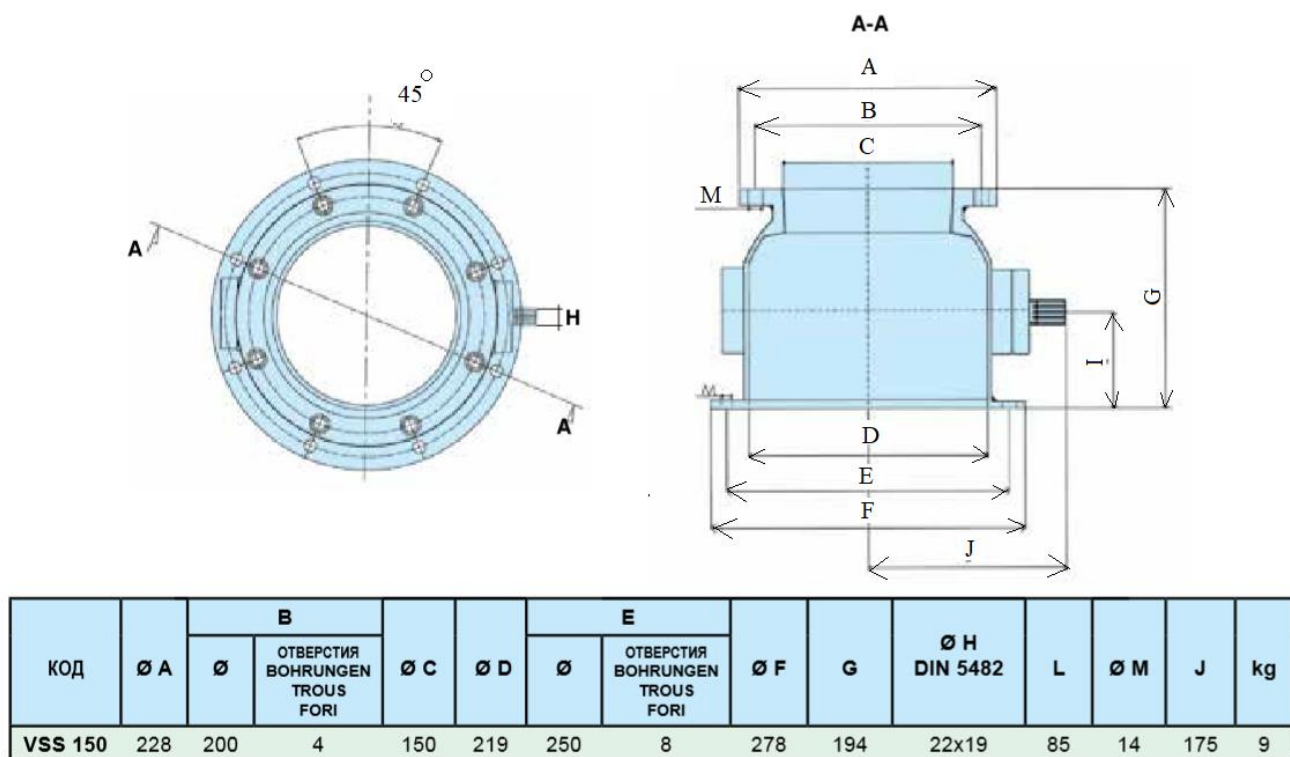


Рисунок 26 – Габаритные размеры шарового затвора VSS150

В процессе эксплуатации покрытие из конструкционного полимера изнашивается и образуется зазор между корпусом и запорным элементом. Для этого случая шаровой затвор оснащен регулировкой запорного элемента. Изношенный шаровой затвор до и после регулировки запорного элемента изображен на рисунке 27 [16].

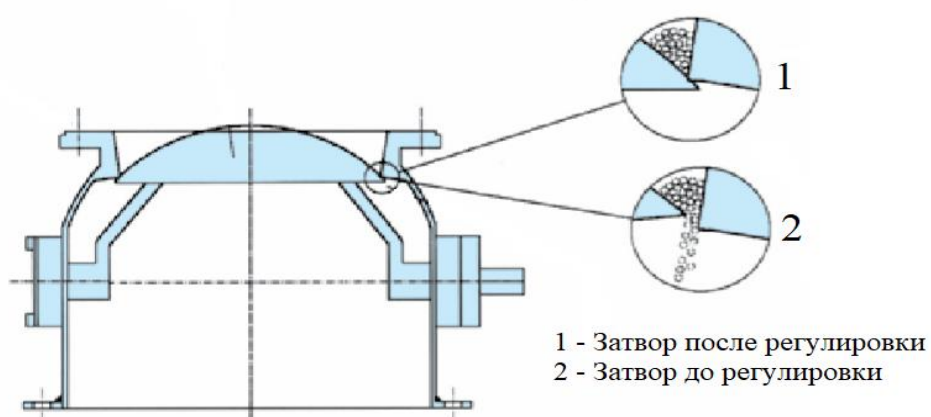


Рисунок 27 – Изношенный шаровой затвор до и после регулировки запорного элемента

Механизм для регулировки запорного механизма представлен на рисунке 28.



Рисунок 28 – Механизм для регулировки запорного механизма

Для работы шарового затвора необходим электропривод. На заводе изготовителе предлагают электропривод АЕ050А11 для шарового затвора VSS 150. Привод оснащен редуктором для того чтобы при аварии можно было установить ручной маховик. Технические характеристики электропривода АЕ050А11 представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики электропривода АЕ050А11

Параметр	Значение
Диаметр ротора, мм	8
Мощность, Вт	250
Частота, Гц	50
Скорость поворота на 90°, с	6
Тип подключения	3х-фазное
Максимальное количество запусков в час, шт	40

Электродвигатель с редуктором изображен на рисунке 29.

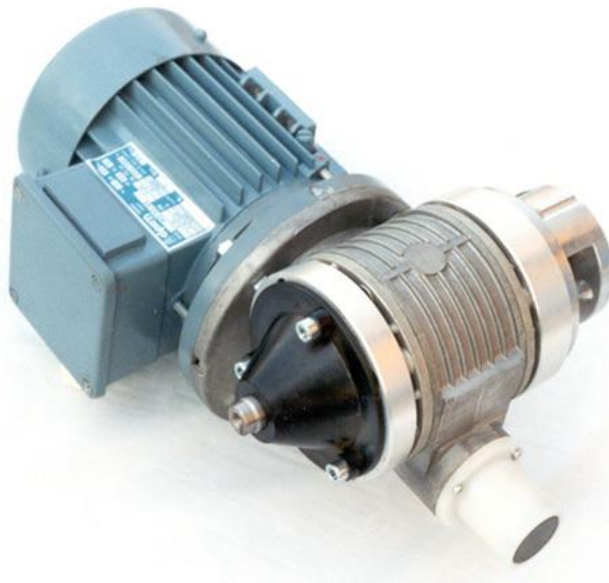


Рисунок 29 – Электропривод с редуктором для шарового затвора

Ручной маховик для аварийных случаев поставляется в комплекте. Габаритные размеры электродвигателя с редуктором и крепление маховика к редуктору представлены на рисунке 30.

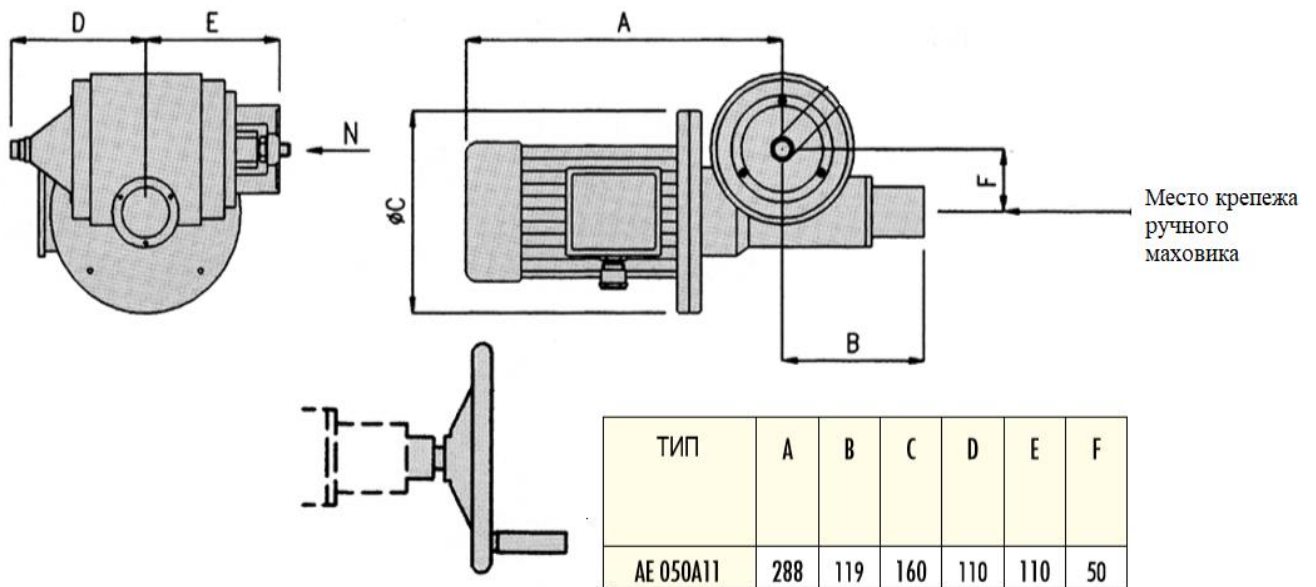


Рисунок 30 – Габаритные размеры электродвигателя с редуктором и крепление маховика к редуктору

2.4.3 Выбор программируемого логического контроллера

Программируемый логический контроллер (ПЛК) – микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.

Используемый в измерительной системе ПЛК должен соответствовать следующим требованиям:

- иметь возможность подключения 48 дискретных входных линий связи;
- иметь возможность подключения 25 дискретных выходных линий связи;
- иметь возможность подключения чувствительных элементов с использованием протокола связи RS-232;
- иметь возможность связи с ПК через ModBus.

Представленным требованиям соответствует ПЛК110-60[M02] российской фирмы Овен. Технические характеристики ПЛК110-60[M02] представлены в таблице 8. Внешний вид ПЛК110-60[M02] представлен на рисунке 31 [17].

Таблица 8 – Технические характеристики ПЛК110-60[M02]

Параметр	Значение
Кол-во дискретных входов, шт	36
Кол-во дискретных выходов, шт	24
Источник питания, В	От 20,4 до 26,4
Скорость работы, мс	0,55
Пусковой ток, А	30
Потребляемый ток, А	0,83
Рабочая температура, °С	-40...+55

Окончание таблицы 8

Параметр	Значение
Быстрых входов	4
Интерфейсы	RS-232, RS-232 Debug, RS-485 (2), Ethernet
Работа по беспроводным сетям	SMS, CSD, GPRS



Рисунок 31 – Внешний вид ПЛК110-60[M02]

Проблема недостающих дискретных входов ПЛК (36 имеется, 70 требуется) решается подключением модуля расширения портов ввода/вывода MB110-220.8ДН.4Р (фирмы Овен). Модуль предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов и передачи их в сеть RS-485. Технические характеристики модуля расширения MB110-220.8ДН.4Р представлены в таблице 9. Внешний вид модуля расширения MB110-220.8ДН.4Р представлен на рисунке 32 [18].

Таблица 9 – Технические характеристики модуля расширения МВ110-220.8ДН.4Р

Параметр	Значение
Количество входов, шт	16
Типы поддерживаемых сигналов	Контактный датчик (требует внешнего питания =24 В) – n-p-n датчик – p-n-p датчик
Электрическая прочность изоляции, В	1500
Макс. частота вх. сигнала, кГц	1
Мин. длительность вх. сигнала, мс	0,5
Напряжение питания входов, В	24 ±3
Макс. входной ток, мА	8,5
Ток «логической единицы», мА	4,5
Ток «логического нуля», мА	1,5
Тип питания, В	230 В
Температура окружающего воздуха, °С	-10...+55



Рисунок 32 – Внешний вид модуля расширения МВ110-220.8ДН.4Р

Особенности функционирования модуля:

- поддерживаемые протоколы: Modbus RTU, Modbus ASCII, ОВЕН, DCON;
- скорость обмена по RS-485: 2400...115200 бит/с;
- автоматическое определение протокола;
- съемные клеммники с невыпадающими винтами;
- универсальное питание (24 В или ~230 В);
- обновление встроенного программного обеспечения по RS-485.

2.4.4 Выбор управляющих элементов

Управление электродвигателями М1, М9 – М13 требует плавного пуска и изменение направления вращения вала, а также электродвигатели М9 – М12 требуют изменение скорости вращения вала. Для удовлетворения всех требований воспользуемся частотным управлением. Частотное управление реализуется при помощи частотного преобразователя. Частотный преобразователь – это устройство, предназначенное для преобразования переменного тока (напряжения) одной частоты в переменный ток (напряжение) другой частоты [19].

Подбор частотных преобразователей осуществляется по следующим показателям:

- максимальный выходной ток 4,8 А;
- напряжение питания 400 В;
- выходная мощность 2,2 кВт;
- скорость вращения вала равна 10% от фактической скорости;
- протокол RS-485 (Modbus RTU).

Вышеперечисленным показателям соответствует частотный преобразователь ПЧВ102-2К2-В фирмы ОВЕН.

Частотный преобразователь ПЧВ102-2К2-В обладает следующими функциональными возможностями:

- плавный пуск и останов двигателя, в том числе отложенный запуск и пуск под нагрузкой по S-образной характеристике разгона;
- компенсация нагрузки и скольжения;
- автоматическая адаптация двигателя без вращения;
- автоматическая оптимизация энергопотребления, обеспечивающая высочайший уровень энергоэффективности;
- полная функциональная и аппаратная диагностика и защита работы ПЧВ;
- встроенный сетевой дроссель и дроссель в звене постоянного тока;
- встроенный ПИ-регулятор для управления в замкнутом контуре (поддержание давления, температуры, уровня и т.д.);
- возможность динамического торможения, в том числе с применением тормозных резисторов;
- гибкая структура управления с возможностью одновременного управления по физическим входам и по интерфейсу RS-485, что обеспечивает удобную интеграцию в современные системы управления и диспетчеризации;
- простая настройка в русскоязычном конфигураторе или с использованием локальной панели оператора;
- быстрые меню и готовые конфигурации под типовые задачи.

Технические характеристики частотного преобразователя ПЧВ102-2К2-В представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики ПЧВ102-2К2-В

Параметр	Значение
Питающее напряжение, В	400
Выходное напряжение от номинального (U,V,W), %	0...10
Выходная частота, Гц	0...400
Протокол RS-485	Modbus RTU

Окончание таблицы 10

Параметр	Значение
Максимальная относительная влажность, %	95
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+50
Максимальная длина экранированного кабеля двигателя, м	15
Максимальная длина неэкранированного кабеля двигателя, м	50
Номинальный входной ток, А	8,5
Номинальный выходной ток, А	5,2

Внешний вид частотного преобразователя ПЧВ102-2К2-В представлен на рисунке 33.



Рисунок 33 – Внешний вид частотного преобразователя ПЧВ102-2К2-В

Для электродвигателей М2-М8 необходимо плавное срабатывание и плавная остановка, но нет необходимости изменять скорость вращения и реверсировать направление вала. Поэтому нет необходимости использовать частотные преобразователи. Для обеспечения плавного пуска и останова достаточно использовать устройства плавного пуска. Выбор устройства плавного пуска осуществляется по следующим параметрам:

- максимальная мощность электродвигателя;
- максимальный ток двигателя;
- напряжение сети.

Максимальная мощность электродвигателей 1,5 кВт, максимальный ток 10 А, напряжение сети 400В. По этим данным подходит устройство плавного пуска УПП-7К5-В фирмы ОВЕН [20]. Внешний вид устройства плавного пуска УПП-7К5-В представлен на рисунке 34.



Рисунок 34 – Внешний вид устройства плавного пуска УПП-7К5-В

Технические характеристики устройства плавного пуска представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики устройства плавного пуска

Параметр	Значение
Пусковой крутящий момент, Н/м	0...85% от номинального момента
Время разгона, сек	0,4...10
Время торможения, сек	0,4...10
Управляющее напряжение, В	24...400
Степень защиты	IP20

2.4.5 Выбор коммутационной аппаратуры

Для коммутации и защиты программируемого контроллера, исполнительных элементов и преобразователей частоты нужны устройства коммутации.

Для частотного преобразователя ПЧВ102-2К2-В рекомендуемый номинал тока автоматического выключателя равен 10 А, исходя из этого будем использовать выключатели автоматические 3Р С10А.

Основные характеристики:

- количество полюсов – 3;
- номинальный ток – 10 А;
- номинальное напряжение – 400 В.

На рисунке 35 представлен внешний вид автоматического выключателя серии 3Р С10А [21].



Рисунок 35 – Автоматический выключатель серии 3Р С10А

Для получения информации о состоянии автоматического выключателя будем использовать контакт состояния КСВ47 [22]. Он показан на рисунке 35.



Рисунок 35 – Контакт
состояния КСВ47

Кроме автоматических выключателей установлены также магнитные контакторы КМ15, КМ19, КМ24 – КМ27, с помощью которых происходит пуск двигателей. Выбор будем осуществлять по руководству для частотных преобразователей фирмы ОВЕН.

Для частотного преобразователя ПЧВ102-1К5-В рекомендуемый номинал тока контактора равен 10 А, исходя из этого будем использовать контактор ПМЛ-1100-10А-Б-КЭАЗ [23].

Основные характеристики:

- номинальный ток – 10 А;
- напряжение катушки – 400 В;
- доп. контакты – 1 NO.

На рисунке 36 представлен внешний вид магнитного контактора серии ПМЛ.



Рисунок 36 – Контактор
ПМЛ-1100-10А-Б-КЭАЗ

Для устройства плавного пуска УПП1-7К5-В рекомендуемый номинал тока автоматического выключателя равен 6 А, исходя из этого будем использовать выключатели автоматические IEK ВА47-29-6А [24].

Основные характеристики:

- количество полюсов – 3;
- номинальный ток – 6 А;
- номинальное напряжение – 400 В;
- тип срабатывания – С.

На рисунке 37 представлен внешний вид автоматического выключателя IEK ВА47-29-6А.



Рисунок 37 – Автоматический выключатель
серии IEK BA47-29-6A

Для получения информации о состоянии автоматического выключателя будем использовать контакт состояния КСВ47. Он показан на рисунке 38.



Рисунок 38 – Контакт
состояния КСВ47

Кроме автоматических выключателей установлены также магнитные контакторы КМ16 – КМ23, с помощью которых происходит пуск двигателей. Выбор будем осуществлять по руководству для устройств плавного пуска фирмы ОВЕН.

Для устройств плавного пуска УПП1-7К5-В рекомендуемый номинал тока контактора равен 6 А, исходя из этого будем использовать контактор Е1НО6А400В [25].

Основные характеристики:

- номинальный ток – 6 А;
- напряжение катушки – 400 В;
- доп. контакты – 1 NO.

На рисунке 39 представлен внешний вид магнитного контактора E1NO6A400B.



Рисунок 39 – Контактор
1НО6А400В

Для коммутации электродвигателей вентиля требуется мотор-автомат и пара контакторов на каждый электродвигатель. Мотор-автомат должен обеспечивать защиту по току и по теплу. Защита по теплу нужна потому, что количество срабатываний электродвигателя вентиля не должна превышать 40 раз в час. Подберем мотор-автомат по номинальному току электродвигателя. Номинальный ток рассчитаем по следующей формуле:

$$I_n = \frac{P}{1,73(U \cdot \cos\varphi \cdot \eta)},$$

где P – мощность электродвигателя, Вт;

U – напряжение питания, В;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности электродвигателя;

η – КПД электродвигателя, %.

Подставив значения для электродвигателя АИР 80А2, получим:

$$I_n = \frac{250}{1,73(380 \cdot 0,60 \cdot 0,56)} \approx 1,13 \text{ A}$$

По рассчитанному номинальному току подберем мотор-автомат. В нашем случае подходит мотор-автомат GV2-1,6А с номинальным рабочим током 1-1,6 А. На рисунке 40 представлен внешний вид автоматического выключателя IEK ВА47-29-6А [26].



Рисунок 40 – Внешний вид автоматического выключателя IEK ВА47-29-6А

2.4.6 Выбор блока питания

В системе управления необходимо разделить питание на две функциональные зоны:

- питание коммутационных устройств;
- питание элементов и блоков расположенных в шкафу.

Все зоны имеют уровни напряжения 24 В. Для определения необходимой мощности блоков питания для всех зон необходимо произвести оценку потребляемого тока каждой зоной. Используемые блоки питания должны иметь номинальное входное переменное напряжение 230 В, а также иметь возможность крепления на DIN-рейку.

Блок питания элементов и блоков расположенных в шкафу должен обеспечить требуемый ток для следующих элементов:

- модуль расширения: 0,2 А – 6 шт;
- контакт состояния: 0,1 А – 23 шт.

Суммарный ток составляет 3,5 А. Для обеспечения некоторого запаса по току используется блок питания ABL8 - ABL8REM24030, выходной ток которого составляет 5 А при мощности 30 Вт [27]. Внешний вид блока питания ABL8 - ABL8REM24030 представлен на рисунке 41.



Рисунок 41 – Внешний вид блока питания ABL8 - ABL8REM24030

Блок питания коммутационных устройств должен обеспечить требуемый ток для электромагнитных реле в количестве 34 шт, которые потребляют 6,8 А.

Воспользуемся блоком питания АВВ СР-Е 24/10.0 с выходным током 10 А и мощностью 240 Вт [28]. Внешний вид блока питания АВВ СР-Е 24/10.0 представлен на рисунке 42.



Рисунок 42 – Внешний вид блока питания ABB CP-E 24/10.0

В соответствии с функциональной схемой автоматизации и пунктами 2.4.1...2.4.6 была разработана схема электрическая принципиальная системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Схема электрическая принципиальная представлена в приложении В (2 листа).

2.5 Разработка схемы соединений системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б

В соответствии со схемой электрической принципиальной системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б была разработана схема соединений, представленная в приложении Г (2 листа).

Максимальный ток в системе управления составляет 10 А, поэтому при монтаже всех элементов используется провод марки ПВ-3 0,75 с максимальным током 13 А [29].

Также при монтаже используется стандартные цвета:

- фазовые провода – черные;
- нейтральные провода и провода -24 В – синие;
- провода +24 В – красные;
- провода заземления – желто-зелёные.

2.6 Разработка циклограммы работы системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б

Циклограмма – это временная диаграмма работы всех элементов системы или устройства.

На циклограмме представлено 14 этапов технологического процесса. Отображены состояния датчиков положения шланг в смесителе SA3, SA4, датчиков уровня порошков в бункерах SA1, SA2, SA5...SA14, SA23, SA24, электродвигателей M1...M13, электродвигателей вентилях MB14...MB20. V – сигнал с весов. T – задержка времени для смешивания сырья в смесителе.

Циклограмма работы системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б представлена в приложении Д.

3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3.1 Разработка алгоритма работы системы

Для объекта подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б был разработан алгоритм работы. Разработанный в виде блок-схемы алгоритм представляет собой последовательность действий во время работы объекта. Алгоритм работы системы содержит в себе две подпрограммы:

- подпрограмма загрузки порошка в дозатор;
- подпрограмма работы весов.

Подпрограмма загрузки порошка в дозатор включает в себя включение привода загрузчика, открытие и закрытие вентиля, и считывание показаний с датчиков верхнего уровня.

Подпрограмма работы весов включает в себя включение привода весов в прямом и реверсивном направлении.

Алгоритм работы системы управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б представлен в приложении Е.

3.2 Разработка интерфейса оператора

Для управления системой подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б был разработан интерфейс оператора. Интерфейс оператора предназначен для оператора, который следит за объектом и технолога.

Оператор имеет возможность визуального наблюдения за уровнем сырья в ёмкости с металлическими порошками, положением шланг в смесителе. Также оператор имеет возможность запускать, останавливать и переводить систему в аварийный режим.

Технолог имеет возможность ввода рецептуры.

При активации интерфейса оператора предлагается выбор входа в систему. Выбор осуществляется между оператором и технологом. Окно выбора входа в систему представлено на рисунке 43.

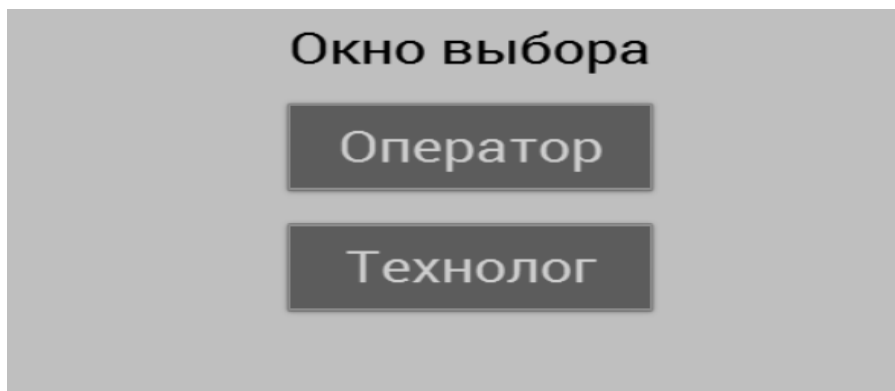


Рисунок 43 – Окно выбора входа в систему.

В зависимости от того какой выбор был сделан в «Окне выбора» открывается определенное окно. Если была нажата кнопка «Оператор», то открывается «ПОЛЕ ОПЕРАТОРА». В этом окне нет возможности ввода параметров, а есть возможность только визуального наблюдения и нажатия на кнопки «ПУСК», «СТОП», «АВАРИЯ». Поле оператора представлено на рисунке 44.



Рисунок 44 – Поле оператора

Если в «Окне выбора» была нажата кнопка «Технолог», то откроется поле ввода пароля. Пароль знает только технолог и начальник цеха. Поле ввода пароля представлено на рисунке 45.

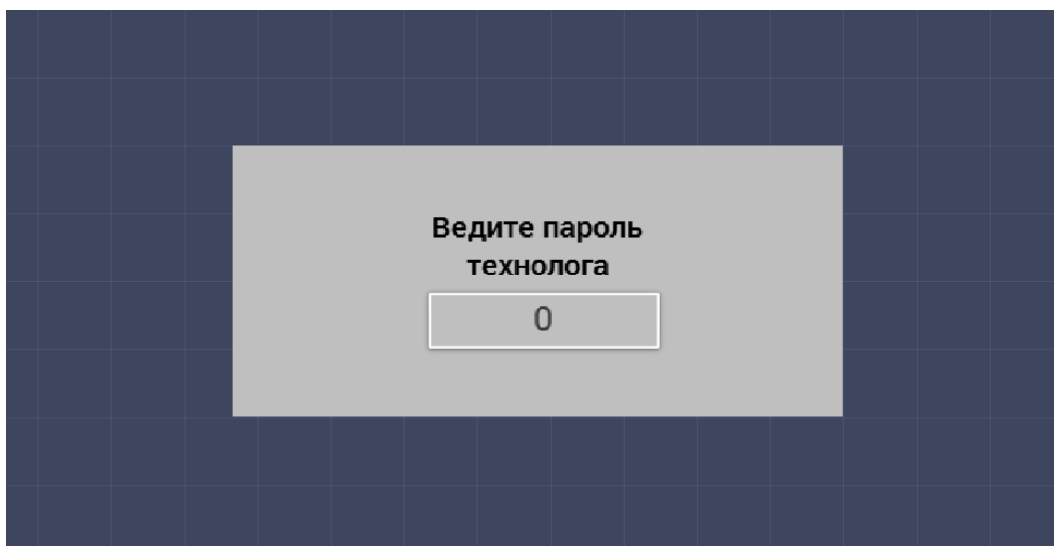


Рисунок 45 – Поле ввода пароля

После того как пароль был введен правильно открывается окно «Поле технолога». В этом окне технолог имеет возможность ввода рецептуры, то есть состав и массу каждого из металлических порошков в готовом сырье. Поле технолога представлено на рисунке 46.

ПОЛЕ ТЕХНОЛОГА

Ввод рецептуры

Первый компонент, кг	<input type="text" value="0"/>
Второй компонент, кг	<input type="text" value="0"/>
Третий компонент, кг	<input type="text" value="0"/>
Четвёртый компонент, кг	<input type="text" value="0"/>

Рисунок 46 – Поле технолога

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Данная система позволила решить:

- транспортировка металлических порошков в дозатор;
- дозирование металлических порошков в дозаторе по определенной рецептуре;
- транспортировка порошка в смеситель из бака дозатора;
- смешивание металлических порошков в смесителе;
- загрузка порошка в станок K0622Б.

Для данной системы были разработаны функциональная схема автоматизации, схема электрическая принципиальная, схема соединений элементов управления, алгоритм работы системы.

На основе алгоритма работы и функциональной схемы был разработан интерфейс оператора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт предприятия «Октябрь». – <http://old.kamensk-uralskiy.ru>
2. ГОСТ 19440-94. Порошки металлические. Определение насыпной плотности. М.: ИПК Издательство стандартов, 1994 – 7 с.
3. Распыление газом. – <https://metallurgicheskiy.academic.ru>
4. Распыление водой. – <https://metallurgicheskiy.academic.ru>
5. Методы порошковой металлургии. – http://www.metotech.ru/art_poroshki_4.htm
6. Технологический процесс. – <http://mirznanii.com>
7. Схемы электрические функциональные. – <http://www.labfor.ru>
8. Предназначение емкостных датчиков. – <https://ru.wikipedia.org>
9. Каталог фирмы Теко. – <https://teko-com.ru/katalog1>
10. Сайт Овен. – https://www.owen.ru/product/datchiki_induktivnie/modifications
11. Принцип работы асинхронных двигателей. – <https://h4e.ru>
12. Выбор асинхронного электродвигателя. – <https://elektro.guru>
13. Выбор АИР56В2. – <http://electronpo.ru/air56b2>
14. Выбор модуля перемещения. – <https://purelogic.ru/catalog/>
15. Выбор электродвигателя для кассеты. – <https://purelogic.ru>
16. Выбор вентиля. – <http://wammoscow.ru/ruRU/WAMRU>
17. Выбор ПЛК. – https://www.owen.ru/product/plk110_m02
18. Выбор модуля расширения. – <https://www.owen.ru/product>
19. Принцип работы ПЧВ. – <http://www.softstarter.ru/invertors/princip-raboty>
20. Выбор устройства плавного пуска. – <https://www.owen.ru/product/upp1>
21. Выбор автоматического выключателя. – <https://el.ru.net>
22. Выбор контакта состояния. – <https://www.iek.ru>
23. Контактёр ПМЛ-1100-10А-220АС-УХЛ4-Б-КЭА3. – <https://keaz.ru>
24. Автоматический выключатель для УПП. – <https://www.tinko.ru>
25. Выбор контактора. – Е1НО 6А <https://www.etm.ru>
26. Автоматический выключатель. – <http://xn----itbbuddngbkhsf1bzi.xn--p1ai>

27. Выбор блока питания. – <https://new.abb.com/products>
28. Выбор блока питания АВВ СР-Е 24/10.0. – new.abb.com
29. Выбор проводов для системы. – <https://samelectrik.ru>
30. ГОСТ 21.404-85. СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Стандартинформ, 2007.
31. ГОСТ 2.702-2011. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – М.: Стандартинформ, 2011.
32. ГОСТ 2.708-81. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. – М.: Стандартинформ, 2008.

ПРИЛОЖЕНИЕ А Общий вид объекта автоматизации



Рисунок А.1 – Общий вид
объекта автоматизации

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Система управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Функциональная схема автоматизации

ПРИЛОЖЕНИЕ В Система управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Схема электрическая принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Система управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Схема электрическая соединений

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Система управления подготовки и загрузки сырья для станка K0622Б. Циклограмма работы объекта

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Автоматизированная система управления подготовки и загрузки сырья для станка К0622Б. Алгоритм работы

p