Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра информационной безопасности электронно-вычислительных

систем (КИБЭВС)

|  |
| --- |
| **К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ** |
| Заведующий кафедрой КИБЭВС |
| д-р техн. наук, проф. |
| А.А Шелупанов  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г. |

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕСОМ**

**ТРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛТЫ**

Бакалаврская работа направления 11.03.03

**«**Конструирование и технология электронных средств**»**

по профилю «Проектирование и технология

электронно-вычислительных средств»

Пояснительная записка

**КИБЭВС 442312.001 ПЗ**

|  |
| --- |
| Студент гр. 772  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.В.Марсюков  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. |
| Руководитель,  доцент каф. БИС  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Л.А.Торгонский  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. |

Томск 2016

**Реферат**

Выпускная квалификационная работа 45 с., 29 рис., 5 табл., 12 источников.

УСТАНОВКА, ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ, ТРАВЛЕНИЕ, СУШКА, КОНТРОЛЬ, ТРАНСПОРТ ПЛАТЫ, ШТАТИВ, МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Цель работа: разработка автоматизированной установки для исполнения процессов травления печатных плат в лабораторных условиях.

В качестве транспортного механизма выбран транспортный штатив фирмы «Реабин». Используется субтрактивный метод изготовления печатной платы.

Разработано программное обеспечение управления перемещением печатной платы относительно зон химической обработки.

Драйверы и модули управления транспортным механизмом написаны на языке Assembler.

Пояснительная записка оформлена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010. Оформлено согласно требованиям «ОС ТУСУР 01-2013»

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

|  |
| --- |
|  |
| УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой КИБЭВС,  профессор, докт. техн . наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/А.А.Шелупанов/ |

/\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

Задание

на выпускную квалификационную работу

Марсюкову Никите Вячеславовичу

студенту группы 772 факультета безопасности

1. Тема проекта Установка автоматизированного травления печатных плат

Тема утверждена приказом по вузу №\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_ 2016 г.

2. Срок сдачи проекта на кафедру \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Назначение и область применения установки

Установка предназначена для автоматизированного исполнения процессов травления печатной платы в лабораторных условиях

4. Основание к выполнению проекта:

- учебный план подготовки по специальности 11.03.03;

- план развития материального оснащения лаборатории электроники и схемотехники кафедр КИБЭВС и БИС;

- тема инициативная.

5. Источники проектирования:

- требования настоящего задания;

- описание транспортного штатива и силового блока управления к штативу от фирмы производителя «Реабин»;

- материалы проекта Бахарева В.А., 2016 г.

-учебная и научно-техническая литература по проектированию аппаратных и программных средств устройств с микропроцессорным управлением.

- техническое описание микропроцессорного стенда SDK 1.1

6.Технические требования

6.1 Требования к составу установки

- в состав установки включить штатив с силовым блоком питания приводов;

- съёмный модуль с технологическим оборудованием к процессу травления плат;

- модуль местного микропроцессорного управления SDK 1.1 с штатным источником электропитания;

- модуль сопряжения для согласования электрических цепей модуля технологического оборудования с силовым и управляющим модулями уста-новки;

6.2 Показатели функционального назначения установки:

- технологические зоны установки травления, промывки, сушки;

- предусмотреть контроль пяти позиций транспорта платформы по смене зон и три позиции направления погружения платы в растворы,

- предусмотреть настройку технологических операций с интервалом 5 сек от 5 сек до 20 мин.;

- процессы травления и промывки платы выполнять настраиваемыми по длительности цикла смены состояний (подъёма/погружения);

- предусмотреть выбор и настройку скорости транспорта платы;

- предусмотреть контроль загрязнения реактивов;

- предусмотреть возможность контроля состояний установки в режиме

пультового управления и в автоматическом прогоне.

6.3 Требования к конструкции комплекса:

- платформа с технологическими реактивами и оборудованием сушки платы съёмная;

- подключение датчиков положения платы и платформы к блоку электроники сопряжения предусмотреть разъёмное;

-электропитание фена сушки допустимо либо внешнее 12 В. либо в составе модуля согласования с SDK 1.1;

- модуль согласования с SDK 1.1 и узлами платформы исполнить в защитном корпусе с разъёмными подключениями платформе. SDK 1.1 и источнику электропитания;

- электрическое соединение сигнальных цепей датчиков и управ-ляющих сигналов конструктивных модулей по линиям параллельной передачи обеспечить не более 60 см,.

6.4 Требования к технологии производства установки:

- установка исполняется в одиночном экземпляре;

- конструкции деталей установки должны соответствовать исполнению в условиях лабораторий учебного заведения;

- предусмотреть меры безопасной работы с реактивами на рабочем месте;

- монтаж и сборку модулей планировать в условиях УЛК лаборатории.

7 Условия эксплуатации:

Нормативные ограничения к условиям эксплуатации установки по оборудованию по ГОСТ 15150 для исполнения УХЛ категории 3.1.

Нормативные ограничения по безопасности бытовых приборов по ГОСТ.Р 52161.

8 Требования к надёжности:

- время наработки на отказ любого из модулей и комплекса в целом не менее 1 года.

9 Требования к составу документов проекта.

Проект представить комплектом графических и текстовых документов и программных материалов на носителях и презентацией.

Состав графических документов:

- чертёж общего вида установки ф. А2

- сборочный чертёж технологической платформы - ф. А3

- схема электрическая функциональная установки - ф. А3

- схема электрическая принципиальная модуля согласования ф.А 3

- плата печатная модуля сопряжения - ф. А3

-сборочный чертёж модуля сопряжения - ф. А3

- схема подключений оборудования стенда - ф. А4

- состав ПО и алгоритмы программ управления - ф. А3

- чертежи деталей конструкции стенда - ф. А2

Примечание:

Компоновку графического материала планировать с размещением на пяти листах ф.А2. Каждый объект графики сопровождать отдельной основной надписью (штампом).

Общие разделы форму пояснительной записки исполнить в соответствии положениями ОС ТУСУР 01 – 2013;

Состав пояснительной записки проекта:

а) обзор предметной области;

б) анализ задания (с постановкой задач проекта);

в) обоснование и описание электрических схем;

г) обоснование и описание конструкций объектов комплекса (представлением оценочных расчётов компоновки, тепловых режимов, электромагнитной совместимости, надёжности);

д) описание программного обеспечения и руководство по сопровождению ПО;

Руководитель проекта,

доцент кафедры КИБЭВС Торгонский Л.А.

Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007 .

Оглавление

[1 Введение 10](#_Toc452436637)

[2 Обзор предметной области 11](#_Toc452436638)

[2.3 Процесс травления меди с пробельных мест 13](#_Toc452436639)

[3 Анализ задания 17](#_Toc452436640)

[3.1 Требования к составу установки 17](#_Toc452436641)

[3.2 Показатели функционального назначения установки 17](#_Toc452436642)

[3.3 Требования к конструкции комплекса 18](#_Toc452436643)

[4 Обоснование и описание электрических схем 19](#_Toc452436644)

[4.1 Анализ электрического состава установки 19](#_Toc452436645)

[4.2 Электрические узлы штатива 20](#_Toc452436646)

[4.3 Электрические узлы силового блока 21](#_Toc452436647)

[4.5 Управление электрическими узлами 23](#_Toc452436648)

[4.6 Электрическая схема модуля сопряжения 24](#_Toc452436649)

[4.7 Силовой блок управления 27](#_Toc452436650)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | КИБЭВС 442312.001 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| Разраб. | | Марсюков Н.В. |  |  | Установка автоматизированного травления печатных плат  Пояснительная записка | Литер | | | Лист | Листов |
| Провер. | | Торгонский Л.А. |  |  |  |  |  | 2  7 | 45 |
| Реценз. | |  |  |  | ТУСУР, ФБ,  КИБЭВС, гр. 772 | | | | |
| Н. Контр. | | . |  |  |
| Утверд. | | Шелупанов А.А. |  |  |

CD – диск ( в конверте на обороте обложки ):

Пояснительная записка

Презентация к докладу в формате ppt

Графический материал

Графический материал (на отдельных листах):

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 1 Введение

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Автоматизация играет важную роль в производственной отрасли. А так широко используется в повседневной жизни.

Целью выпускной бакалаврской работы является проектирвование и сполнение установки автоматизированного тарвления одиночных печатных плат с размерами не более 80 х 90 мм .

В процессе работы выполнена проектная документация в соответствии с заданием. Изготовлена платформа в состав которой входят рабочие емкости с растворами, узел фена просушки плат, датчики позиционирования печатной заготовки платы. Разработан модуль сопряжения датчиков позиционирования заготовки платы, узлов фена(нагреватель и вентилятор) с микропроцессорным модулем SDK-1.1 и соединение его с силовым блоком управления штативом.

В главе 2 рассматривается предметная область процесса травления, проводится обзор аналогов существующих установок с их основной функциональностью.

В главе 3 проводится анализ задания и постановка необходимых задача и вопросов которые должны быть решены окончанию разработки проекта.

# 2 Обзор предметной области

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

2.1 Изготовление печатных плат

Методы изготовления печатных плат(ПП) разделяются на две группы рисунок 2.1.

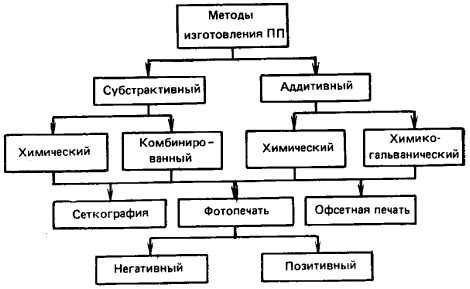


Рисунок 2.1 – Методы изготовления печатных плат

В субтрактивных методах (subtratio—отнимание) в качестве основания для печатного монтажа используют фольгированные диэлектрики, на которых формируется проводящий рисунок путем удаления фольги с непроводящих участков. Дополнительная химико-гальваническая металлизация монтажных отверстий привела к созданию комбинированных методов изготовления ПП.

Аддитивные (additio -прибавление) методы основаны на избирательном осаждении токопроводящего покрытия на диэлектрическое основание, на которое предварительно может наноситься слой клеевой композиции.

В данном выпускном проекте используется субтрактивная технология изготовления ПП.

2.2 Подготовительные операции производства печатных плат

Подготовительные операции предназначены для обеспечения качества при выполнении основных процессов формирования элементов печатного монтажа. Они включают очистку исходных материалов и монтажных отверстий от окислов, жировых пятен, смазки, пленок и других загрязнений, активирование поверхностей проводящего рисунка, специальную обработку диэлектриков, а так же контроль качества подготовки. В зависимости от характера и степени загрязнений очистку (активирование) проводят механическими, химическими, электрохимическими, плазменными методами и их сочетанием. Выбор технологического оборудования для подготовительных операций определяется серийностью производства.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Механическая подготовка в условиях мелкосерийного производсва осуществляется вручную смесью венской извести и шлифпорошка под струей воды. Экономически оправдано применение механизированных и автоматических конвейерных линий в условиях крупносерийного и массового производства.

Ручная химическая и электрохимическая подготовка поверхности проводится в ваннах с различными растворами при покачивании плат и последующей их промывкой, а механизированная – на автооператорных линиях модульного типа по заданной программе.

Высокое качество и производительность обеспечивает плазменная очистка ПП, которая устраняет использование токсичных кислот, щелочей и их вредное воздействие на обслуживающий персонал, материалы обработки и окружающую среду.

Контроль качества подготовки металлических поверхностей заготовок ПП оценивают по полноте смачивания их водой. Состояние диэлектрических поверхностей проверяет микроскопическими исследованиями, измерением высоты микронеровностей, проведением пробной металлизации и оценкой ее прочности сцепления с основанием. Объективным показателем качества является также проверка сопротивления изоляции после пребывания в камере влажности.

# 2.3 Процесс травления меди с пробельных мест

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Травление представляет собой сложный окислительно-восстановительный процесс, который применяют для формирования проводящего рисунка печатного монтажа путем удаления меди с непроводящих (пробельных) участков. Травление выполняют химическим и электрохимическим способом. Для химического процесса разработанны и используются в промышленности многочисленные составы на основе хлорного железа, персульфата аммония, хлорной меди, хромовой кислоты, перекиси водорода, хлорита натрия и др. Выбор травительного раствора определяется следующими факторами: типом применяемого резиста, скоростью травления, величиной бокового подтравливания, сложностью оборудования, возможностью регенерации и экономичеснотью всеъ стадий процесса.

Скорость травления меди зависит меди зависит от состава травителя, концентрации в нем окислителя и условий его доставки в зону обработки, температуры раствора и количества мели, перешедшей в раствор. Ее максимальное значение достигается при поддержании в заданных пределах режима обработки и постоянной регенерации травителя. Скорость травления оказывает существенное влияние на качество формируемых элементов ПП.

Наибольшее распространение в технологии производства ПП получили травильные растворы на основе хлорного железа (плотность 1,36 … 1,42 г/см 3). Они отличаются высокой и равномерной скоростью травления, малой величиной бокового подтравливания, высокой четкостью получаемых контуров, незначительным содержанием токсичных веществ, экономичностью. Суммарная реакция, протекающая в растворе, описывается уравнением 2.1.

(2.1)

Скоростью процесса в свежеприготовленном растворе составляет 40 мкм/мин, но по мере накопления в нем ионов меди постепенно снижается и при 100г/л составляет 5…6 мкм/мин.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

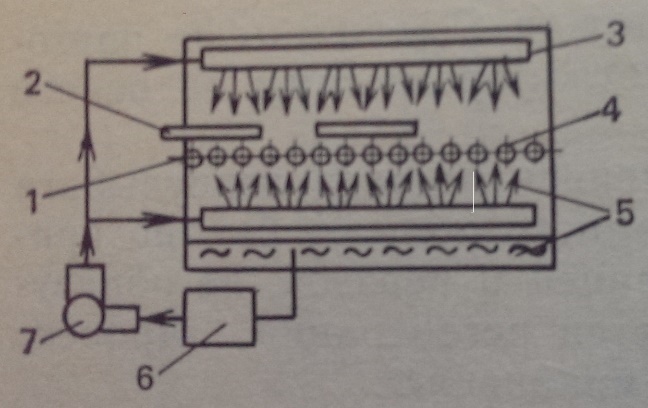
Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Химическое удаление меди проводится погружением ПП в травитель, наплескиванием раствора на их поверхность или разбрызгиванием через форсунки (рисунок 2.1)



1- Камера; 2 – заготовка; 3 – разбрызгивающее устройство; 4 – транспортер; 5 – травитель; 6 – трубопровод с насосом.

Рисунок 2.1 – Схема установки струйного травления

Давление раствора в форсунках колеблется в пределах 0.1 … 0.5 МПа, а струя подается подается перпендикулярно поверхности платы или при небольшом отклонении от перпендикуляра. Постоянное обновление окислителя в зоне обработки и удаление продуктов реакции обеспечивают высокую производительность струйному травлению, а траектория струи – незначительное боковое подтравливание.

Электрохимическое травление ПП основано на анодном растворении меди с последующим восстановлением ионов стравленного метала на катоде. Такой процесс по сравнению с химическим травлением обладает рядом преимуществ: упрощением состава электролита, методики его приготовления, регенерациии очистки сточных вод, высокой стабильной скоростью травления в течении длительного периода времени, экономичностью, легкостью управления и автоматизации всех стадий.

Устройство с подвижными носителями заряда приведено на рисунке 2.2 и состоит из электролитической ячейки и травильной камеры, между которыми прокачивается электролит.

Изм.

Лист

№ докум.

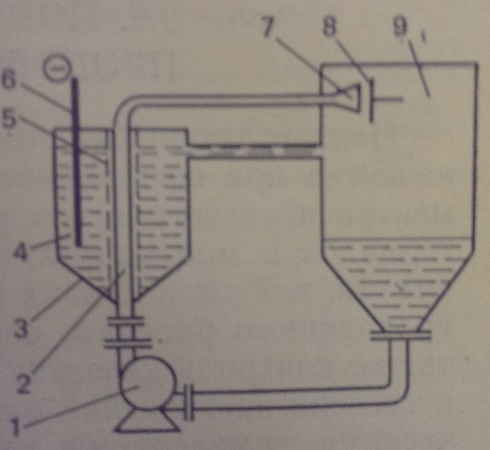
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ



1 – насос; 2 – трубчатый графитовый анод; 3 – электролитическая ячейка; 4 – электролит; 5 – диафрагма; 6 – медный катод; 7 – сопло; 8 – изделие;

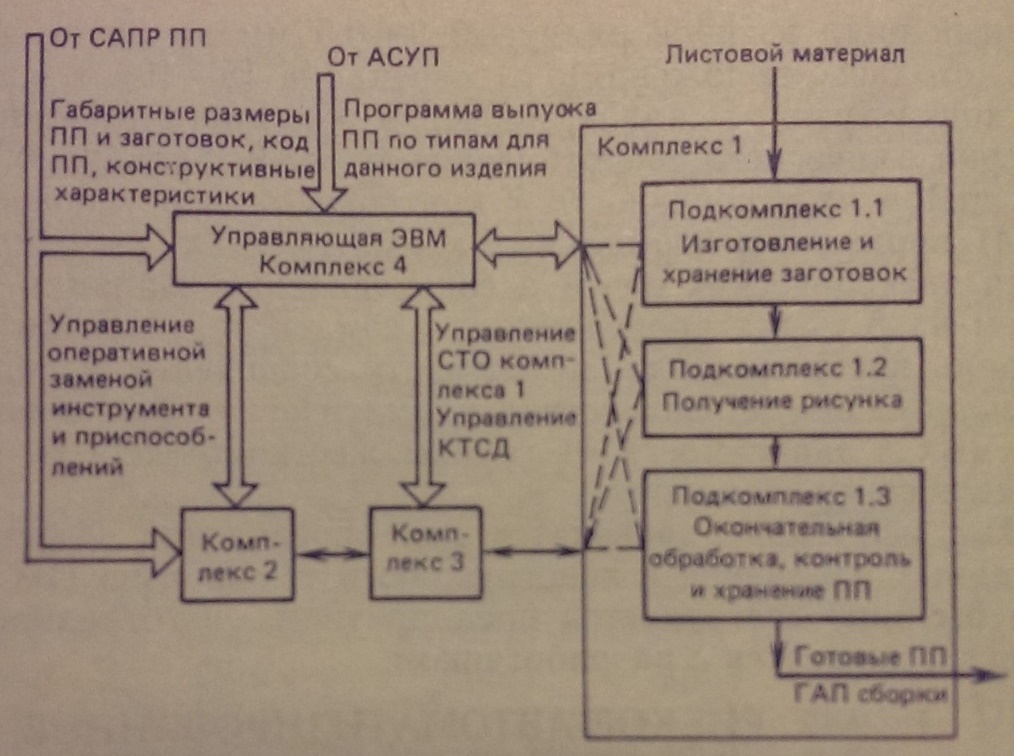
9 – травильная камера.

Рисунок 2.2 – Устройство для электрохимического травления печатных плат.

После удаления меди с пробельных участков ПП промывают оборотной (используемой для разбавления растворов в модулях травления), а затем холодной проточной водой.

2.3 Автоматизированное производство печатных плат

Высокий уроень унификации и стандартизации, достигнутый при конструировании ПП, широкое использование систем автоматического проектирования, повышение технического уровня технологии и оборудования, накопленный опыт по механизации и автоматизации отдельных технологических операций позволяют перейти к созданию гибких комплексно – автоматизированных производств на базе самонастраивающихся систем, способных автоматически, без участия человека, определять и поддерживать оптимальный режим их изготовления.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Типовая структура гибкого автоматизированного производства печатных (ГАП ПП) плат приведена на рисунке 2.3. она предусматривает. Она предусматривает использование базовых методов изготовления ПП: сеточно-химического, аддитивного, комбинированного негативного или позитивного, и состоит из четырех комплексов. Комплекс 1 является наиболее важным звеном ГАП ПП, так как реализует ТП их производства. В него входят модули автоматического и автоматизированного специального технологического оснащения (СТО) изготовления ПП и их автоматического перемещения по рабочим позициям.

Комплекс 2 включает СТО для изготовления, хранения и поиска сменного инструмента и приспособлений: штампов, сверл, фрез, трафаретных печатных форм, фотошаблонов, контактирующих устройств и т.п.

С помощью комплекса 3 обеспечивается оперативная смена приспособлений и инструмента по ходу ТП.

Координацию работ в производственной системе осуществляет управляющая ЭВМ (комплекс 4.)

# 3 Анализ задания

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 3.1 Требования к составу установки

Состав установки включает в себя модуль сопряжения для согласования электрических цепей модуля технологического оборудования с силовым и управляющим модулями установки. В качестве исходного материала был получен черновой вариант модуля сопряжения разработанного ранее В.А. Бахеревым. Данный черновой вариант модуля имеет возможность усиления сигнальных данных поступающих с микроконтроллера в силовой блок управления, тем самым давая возможность управлять двигателями штатива. Но данный модуль сопряжения не включал в себя возможность считывания сигнальных данных с датчиков позиционирования. А так же не имел возможности управления элементом сушки. Была принято решение доработать выданный модуль, с учётом вышеперечисленных задач.

# 3.2 Показатели функционального назначения установки

Установка должна включать в себя следующие зоны : травление , промывка и сушка. Каждая зона оснащена необходимым оборудованием. При компоновке рабочих зон необходимо проанализировать учесть габариты их оборудования. Так что бы при передвижении передвигающихся модулей исключить возможность пересечения оборудования с другими модулями.

Так как установка включает 3 рабочие зоны(травление, промывка и сушка) и предполагается два фиксированного положения заготовки ПП: 1 - позиция проведения работ; 2 – позиция при перемещении к следующей зоне обработки. Следовательно необходимо предусмотреть 5 датчиков позиционирования заготовки ПП.

Установка должна обеспечивать выполнять рабочие процессы и переход от одного процесса к другому в автоматическом режиме. А так же перед началом работ иметь возможности настройки временных интервалов выполнения технологических операций от 5 сек до 20 мин. И настройку скорости передвижения от одной операции к другой. ПО микроконтроллера не должно исключать возможность ручного управления установкой.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 3.3 Требования к конструкции комплекса

Проектируя модуль сопряжения необходимо сигнальные проводники поступающие с датчиков позиционирования разместить в отдельном разъёме. Что бы исключить возможность попадания «наводок».

При выборе блока питания нужно учесть входные характеристики элементов модуля сопряжения и фена. Проанализировав данный вопрос решено, что блок питания должен иметь возможность питания +5 В и +12 В.

+5 В. Будут использоваться для питания элементов входящих модуля сопряжения, а + 12В для питания фена.

По окончанию разработки модуля сопряжения, нужно проанализировать габариты модуля. В связи с чем расположить модуль в защитном корпусе.

После разработки всех модулей, нужно произвести расчет надёжности.

# 4 Обоснование и описание электрических схем

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 4.1 Анализ электрического состава установки

В электрический состав установки состав установки входят схемы: транспортного штатива, технологической платформы, силового блока управления электроприводами и модуля сопряжения.

На рисунке 4.1 представлена общая схема связей модуля установки. Направление стрелок описывает направление управляющих сигналов.

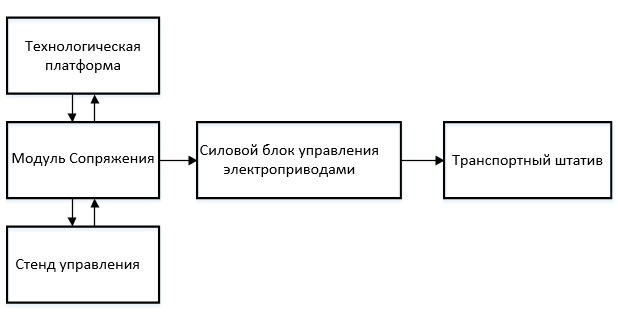


Рисунок 4.1 – структурная схема электрических связей установки

Технологическая платформа (ТП) формирует сигналы несущие информацию о позиции технологической платформы относительно заготовки ПП. В состав ТП входят оборудование сушки состоящий из двух элементов. Для которых предусмотрены входные линии питания.

Модуль сопряжения обеспечивает усиления сигналов с микроконтроллера SDK-1.1. Предназначенных для управления электропроводами штатива посредством силового блока управления. А так же модуль сопряжения обеспечивает усиление сигналов формируемыми микроконтроллером для управления оборудованием сушки.

Силовой блок управления обеспечивает работу электроприводов штатива на основании входных форм сигналов поступающих с микроконтроллера и усиленных модулем сопряжения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 4.2 Электрические узлы штатива

Штатив в состав которого входя приводы, которые обеспечивают перемещение заготовки ПП и ТП. В роли электрических узлов штатива выступают три шаговых двигателя и концевые контакты. Шаговый двигатель состоит из 4 обмоток (А, Б, В, Г), которые подключены как описано в таблице 4.1. Данные двигатели обеспечивают запоминание положения на внутреннем уровне. Благодаря чему после прекращения подачи питания модуль передвигающийся по вертикальной траектории фиксируется и остаётся неподвижен. Питание для двигателей поступает с блока управления питания.

Таблица 4.1 – Контакты шагового двигателя

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Коментарий |
| 1, 9 | Начало обмотки А |
| 10, 2 | Конец обмотки А – конец обмотки В |
| 11, 3 | Начало обмотки В |
| 12, 4 | Начало обмотки Б |
| 13, 5 | Конец обмотки Б – конец обмотки Г |
| 14, 6 | Начало обмотки Г |

Концевой датчик имеет 3 контакта :

1. Напряжение питания +5В.
2. Земляной контакт.
3. Сигнальный контакт.

# 4.3 Электрические узлы силового блока

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Силовой блок в своём составе имеет разъём в котором предусмотрены электрические контакты описанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – контакты силового БУ

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Комментарий |
| 1 | Упр. Шпинделем, Dir |
| 2 | Координата X-step |
| 3 | Координата X-dir |
| 4 | Координата Y-step |
| 5 | Координата Y-dir |
| 6 | Координата Z-step |
| 7 | Координата Z-dir |
| 8 | Координата A(пов. стол) |
| 9 | Координата A(пов. стол) |
| 10 | Аварийный останов |
| 11 | Концевик X |
| 12 | Концевик Y |
| 13 | Концевик Z |
| 14 | Упр. Шпинделем, Step |
| 15 | Датчик «0» инструмента |
| 16 | Реле СОЖ |
| 17 | Доп. Реле. |
| 20-25 | Земля |

В данном проекте используется только контакты для управления электроприводами штатива (2 - 7).

**4.4 Электрические узлы технологической платформы**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Технологическая платформа имеет 3 рабочие зоны: травление промывка, сушка. Под каждую зону предусмотрен датчик позиционирования. В целях безопасности установки предусмотрены два дополнительных датчик на оси Х расположенных в противоположенных концах. Итого ось Х имеет 5 датчиков позиционирования. Ось Z предусматривает 3 датчика позиционирования верхнего и нижнего положения заготовки ПП и крайнего верхнего положения. Питание датчиков обеспечивает блок питания на +5В проходящие через модуль сопряжение.

Нагреватель и вентилятор получают питание +12В от блока питания, так же проходящего через модуль сопряжения. Для подключение слаботочных сигнальных линий датчиков позиционирования и вентилятора с нагревателем предусмотрены два разъёма в целях исключения наводок.

Перечень электрических контактов ТП представлен в таблице 5.3.

Таблица 4.3 – Контакты технологической платформы

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Описание |
| Разъём 1: | |
| 1 | +12В общий контакт для вентилятора и нагревателя |
| 2 | Вывод сигнала к вентилятору |
| 3 | Вывод сигнала к нагревателю |
| Разъем 2: | |
| 1 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х1(зона травления) |
| 2 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х2(зона промывки) |
| 3 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х3 (зона сушки ) |
| 4 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х4 (левое крайнее положение) |

Таблица 4.3 (Продолжение) – Контакты технологической платформы

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| 5 | Ввод сигнала с датчика позиционирования Х4 (правое крайнее положение) |
| 6 | Ввод сигнала с датчика положения Z1 (Нижнее положение заготовки ПП) |
| 7 | Ввод сигнала с датчика положения Z2 (Верхнее положение заготовки ПП) |
| 8 | Ввод сигнала с датчика положения Z3 (Крайнее верхнее положение заготовки ПП) |

# 4.5 Управление электрическими узлами

Сигналы управления транспортной платформой генерирует стенд SDK - 1.1. В составе стенда предусмотрен разъем рассчитанный на 40 контактов, где 16 контактов (DATA0-DATA15) (9 – 39 контакты) служат для операции ввода/вывода сигналов. Данные 16 контактов управляются последовательным портом ENA микроконтроллера.

Контакты DATA0 – DATA7 являются младшим байтом данных порта ENA и предназначены для формирования управляющих сигналов шаговыми двигателями и нагревательного элемента с вентилятором. Для управления шаговыми двигателями используются первые шесть сигнальных линий(DATA0 – DATA5). Оставшиеся 2 контакта (DATA6 – DATA7) используются для управления нагревателем и вентилятором.

Контакты DATA8 – DATA16 являются старшим байтом данных порта ENA и предназначены для считывания данных с датчиков позиционирования заготовки ПП.

Все вышеперечисленные контакты проходят через модуль сопряжения для обеспечения взаимосвязей электрических узлов ТП и силового блока управления.

Список сигналов стенда управления приведен в таблице 4.4.

Таблица 4.4. – Перечень сигналов стенда управления

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| Контакт | Комментарий |
| 9 | DATA0, вывод сигнала DIR X |
| 11 | DATA1, вывод сигнала STEP X |
| 13 | DATA2, вывод сигнала DIR Y |
| 15 | DATA3, вывод сигнала STEP Y |
| 17 | DATA4, вывод сигнала DIR Z |
| 19 | DATA5, вывод сигнала STEP Z |
| 21 | DATA6, вывод сигнала к вентилятору |
| 23 | DATA7, вывод сигнала к нагревателю |
| 25 | DATA8, вывод сигнала с датчика положения X1 |
| 27 | DATA9, вывод сигнала с датчика положения X2 |
| 29 | DATA10, вывод сигнала с датчика положения X3 |
| 31 | DATA11, вывод сигнала с датчика положения X4 |
| 33 | DATA12, вывод сигнала с датчика положения X5 |
| 35 | DATA13, вывод сигнала с датчика положения Z1 |
| 37 | DATA14, вывод сигнала с датчика положения Z2 |
| 39 | DATA15, вывод сигнала с датчика положения Z3 |
| 10,12,14 и т.д. | Ground |

# 4.6 Электрическая схема модуля сопряжения

Управляющие сигналы подаваемые со стенда управления на силовой блок усиливаются благодаря модулю сопряжения. Уровень входных сигналов для силового блок U0 = 0.2В, U1 = 2.7 В. В схеме используется микросхема К155ЛА6 (логическое И-НЕ).

Таблица 4.5 – Параметры микросхемы К155ЛА6

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Номинальное напряжение питания | 5В + 5% |
| Выходной напряжение низкого уровня | Не более 0.4 В |
| Выходное напряжение высокого уровня | Не менее 2.4 В |
| Напряжение на антизвонном диоде | Не менее -1.5 В |
| Входной ток низкого уровня | Не более – 1.6 мА |
| Входной ток высокого уровня | Не более 0.04мА |
| Входной пробивной ток | Не более 1 мА |
| Ток короткого замыкания | -18 … -70 мА |
| Ток потребления при низком уровне выходного напряжение | Не более 27 мА |
| Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения | Не более 8мА |

В целях защиты от резкого скачка напряжения со стенда на входы логических элементов подключены резисторы номиналом 200 Ом. Для логических элементов с блока питания поступает напряжение +5В.

Сигналы позиционирования заготовки ПП поступающие с технологической платформы на стенд управления проходят через логические элементы К155ЛА6, входящих в состав модуля сопряжения. Модуль сопряжения предусматривает наличие данных логических элементов в количестве 8 штук. Три используются для усиления сигналов выходящих со стенда управления и поступающих на силовой блок управления шаговыми двигателями. Четыре используются для входных сигналов с датчиков позиционирования. И один используется для управления элементом сушки.

Графическое обозначение К155ЛА6 представлено на рисунке 4.2.

Изм.

Лист

№ докум.

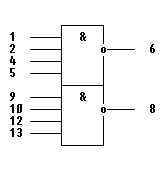
Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ



1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;

6 - выход Y1; 7 - общий;8 - выход Y2;

14 - напряжение питания;

Рисунок 4.2 – Обозначение микросхемы К155ЛА6

Сгенерированный сигнал микроконтроллера предназначенные для управления вентилятором получает усиленные характеристики благодаря К155ЛА6 после чего подаются на транзисторы P4NK60ZFP.

Данный транзистор использует канал n-типа проводимости и включает в себя диод Шотки. Данный транзистор предусмотрен на напряжение 60 В и ток 4А, что превышает напряжение питания поступающего с блока питания +12 В. Условное графическое обозначение транзистора представлено на рисунке 4.3.

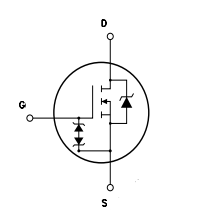


Рисунок 4.3 – Обозначение транзисторной сборки P4NK60ZFP

Управление включением и выключением нагревательного элемента осуществляется с подачей на высокого уровня сигнала на транзистор IRL530N. Данный транзистор включает в себя канал n – типа проводимости и диод Шоттки. Данный транзистор рассчитан на напряжение 100В и ток 17А, что превышает и напряжение более чем в 2 раза и создает ограничение в выборе нагревателя (Iр ≤ 17А). Условное графическое обозначение транзистора представлено на рисунке 4.4.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

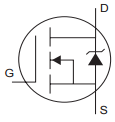
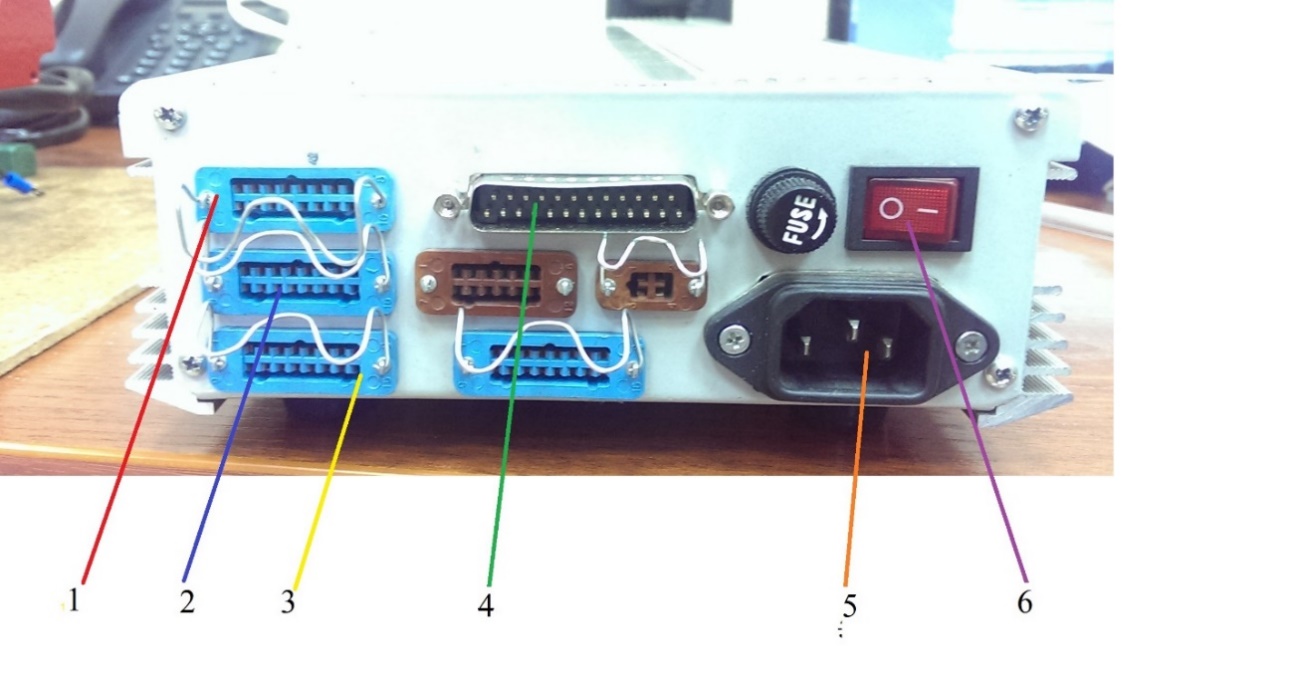


Рисунок 4.4 – обозначение транзистора IRL530N

# 4.7 Силовой блок управления

Модуль сопряжения подключается силовому блоку управления , который в свою очередь имеет 3 разъёма для управления шаговыми двигателями штатива. Штатив имеет 3 маркированных кабеля для подключения к этим разъёмам. Каждый двигатель предназначен для управления перемещения модулей в одной плоскости. В связи с этим каждая маркировка предназначена для подключения к определённому разъёму. Жёлтый цвет маркера предназначен для управления координатой X. Кабель с синим цветом маркера предназначен для управления координатой Y. И красный цвет маркера предусмотрен для координаты Z. Кабели подключаются в следующем порядке (сверху вниз) : красный , синий, желтый. По своей сути данные разъёмы и кабели идентичны, но так как ранее был предусмотрен порядок сигнальных линий поступающих на БУ. То передерживание порядка подключения кабелей является обзательным.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

1,2,3 – разъемы для подключения ШД штатива; 4 – разъем для подачи цифровых сигналов; 5 – разъем для кабеля питания; 6 – кнопка запуска;

Рисунок 4.3 – Силовой блок управления электроприводами

На разъем 4 БУ (DB-37) подаются сигналы управления электроприводами.

# 5 Обоснование и описание конструкций объектов комплекса

# 5.1 Транспортный штатив

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

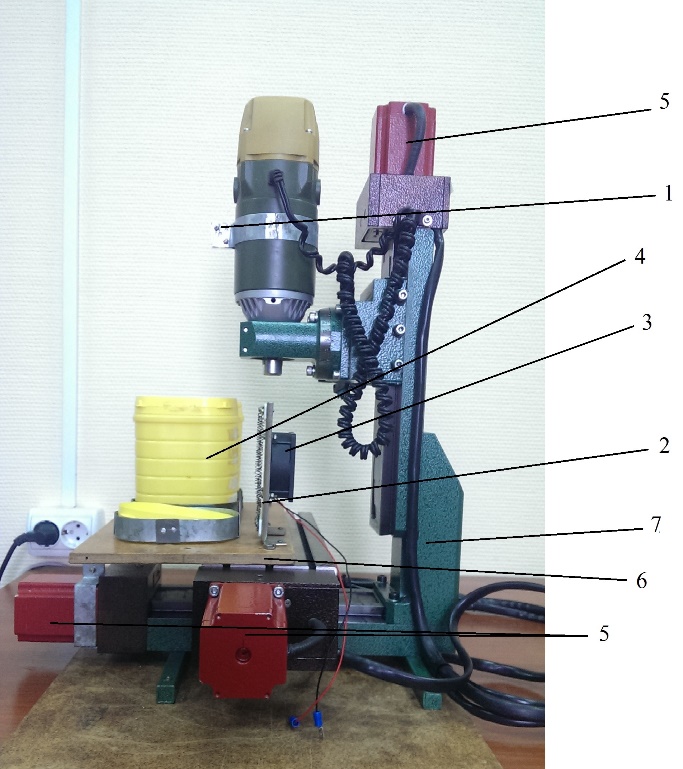
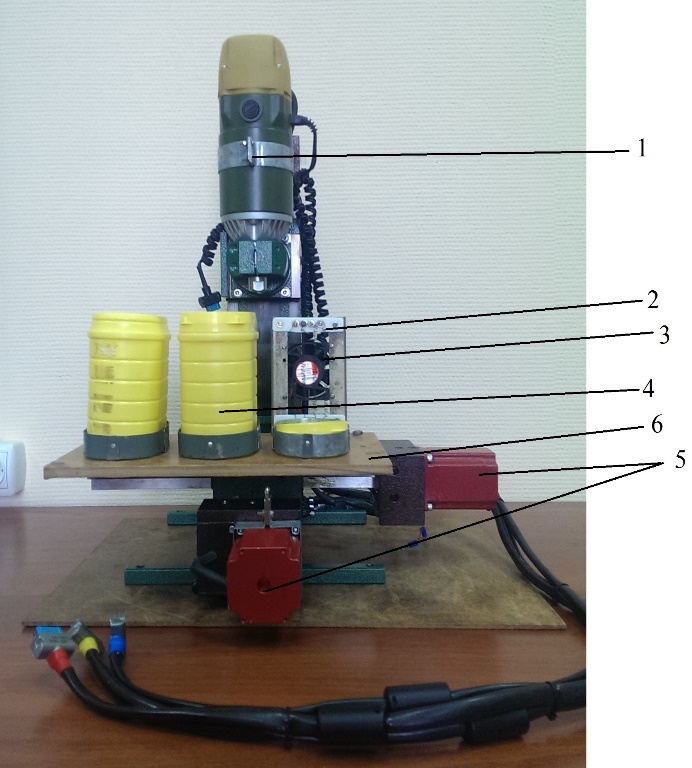
Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Штатив разработан фирмой «Реабин» и предназначена для эксплуатации в исследовательских и учебных лабораториях, в экспериментальных производственных участках, небольшом цехе, для изготовления моделей и прототипов. На рисунке 5.1 изображена конструкция штатива(6) установки. На держатель для плат (1) вешается плата. На передвигающейся технологической платформе (6) располагаются в специально отведённых гнёздах ёмкости(4). В ёмкостях содержатся химические реактивы, которые взаимодействуют с платой в порядке очереди. Технологическая платформа и печатная плата движутся с помощью шаговых двигателей (5). По окончанию травления плата сушится с помощью вентилятора(3) и нагревательного элемента(2).



(а) (б)

а – вид спереди; б – вид с боку.

1 – держать платы; 2 – нагревательный элемент; 3 – вентилятор;

4 – ёмкость(для реактивов); 5 – шаговый двигатели; 6 – штатив.

Рисунок 5.1 – Конструкция установки:

Штатив предоставляет возможность транспортировки по трём координатам, которые делятся на 2 части:

- Вертикальную (Z - координата);

- Горизонтальную (X и Y).

Доступные перемещения стола штатива относительно стойки составляют по X=200мм, Y = 130 мм и кронштейна по координате Z = 170 мм. В период работы со штативом и его двигателями экспериментальным путём было определено, что при использовании одного из трех двигателей греются все двигатели. Данное поведение объясняется тем, что в электрический состав схемы шаговых двигателей входит контакт, который устанавливает двигатели в режим удержания.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

# 5.2 Технологическая платформа

В состав технологической платформы входят:

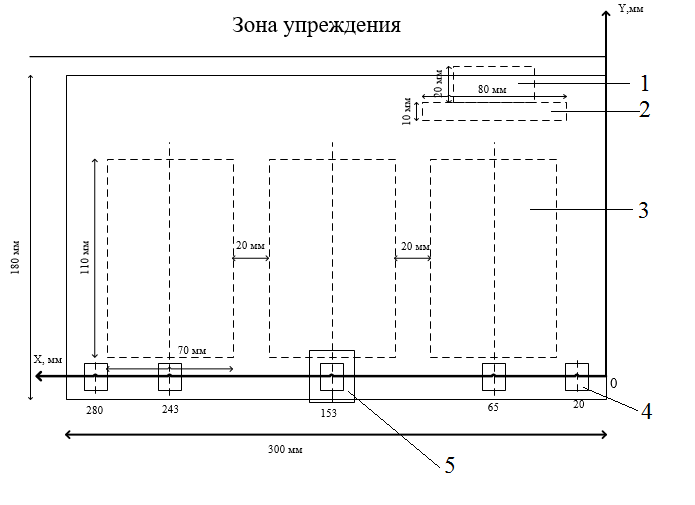
- емкости для травления, промывки и сбора капель при операции термообработки;

- крепежи для платы, емкостей , основания и др. составных частей;

- датчики позиционирования, для контроля расположения платы, относительно зон обработки;

- термовентилятор, для сушки ПП;

На рисунке 5.2 представлен эскиз компоновки элементов на технологической платформе с необходимыми линейными размерами.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

1 – Вентилятор; 2 – нагревательный элемент; 3 – ёмкости для реактивов; 4 – датчики положения; 5 – магнит.

Рисунок 5.2 – эскиз компоновки компонентов на технологической платформе.

Основной осью передвижения технологической платформы – ось X. Так как основание штатива неподвижно и на его поверхности расположен магнит(5), относительно которого передвигается платформа. Магнит - благодаря своим физическим свойствам, представляем собой сигнальным объектом для датчиков положения(4). Магнит расположен под технологической платформой, высотой около 35 мм и толщиной 1 мм. Следовательно датчики положения располагаются на нижней поверхности платформы. Длина , высота датчика , мм – 2 х 9.

Расстояние между магнитом и платформой 7 мм.

# E:\Учёба\Диплом\diplom\block.png

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

1 – штатив; 2 – перемещающаяся конструкция на оси Z;

3 – компоненты для сушки; 4 – основание держателя платы; 5 – подвешиваемый элемент; 7 – область для размещения платы, внутри ёмкости; 8 – технологическая платформа; 9 передвигающаяся конструкция на оси X.

Рисунок 5.3 – эскиз линейных отступов оси y и z.

Все линейные размеры проставлены с допуском порядка 2мм. Из эскиза видно, что печатная плата подвешивается на подвешиваемый элемент. И перемещается по оси X. При перемещении необходимо учитывать габаритные характеристики платы и ёмкости в которой находятся реактивы.

Максимальный допустимый размер платы 100 х 100 мм, так как ёмкость не позволяет размещать в себе платы больше. Размеры ёмкости 120 х 104 мм. Следовательно при перемещении нижнее основание платы должно находится на высоте минимум 120 мм , а учитывая допуск измерений 2мм и желательного запаса около 5 мм(что бы не было минимального трения платы о основание ёмкости) выходит около 127мм.

# 5.3 Датчики позиционирования

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

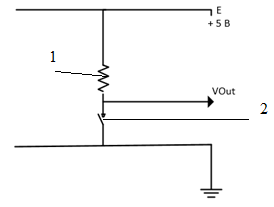
Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Датчиками положения являются герконы. Геркон – это электромеханическое устройство, представляющее собой пару ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу. При поднесении к геркону постоянного магнита контакты замыкаются.

На рисунке 5.3 – изображена схема подключения датчиков.



1 – резистор; 2 – геркон.

Рисунок 5.3 – Схема подключения датчиков.

В состав датчика входит:

- геркон КЭМ-1 А;

- резистор номиналом 3 кОм.

В нормальном состоянии геркон разомкнут и на выходе VOut сигнала не наблюдается, но при попадании в магнитное поле геркон замыкается и подает сигнал на стенд управления.

Использование герконов имеет ряд преимуществ по сравнению с коммутирующими контактами:

- В несколько десятков раз имеют большую надежность. Надёжность обусловлена высоким сопротивлением изоляции (десятка МегаОм), и большей электрической прочностью: пробивное напряжение достигается десятки киловольт;

- Быстродействие. Частота коммутации достигает 1000Гц, а скорость срабатывания и отпускания находится в пределах (0,5 – 2 м.с).

- Довольно долгий срок службы. У некоторых герконов максимальное количество срабатываний доходит до 4 – 5 млрд.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

КИБЭВС 442312.001 ПЗ

.001 ПЗ

Но герконы имеют и недостатки:

- небольшая коммутируемая мощность;

- малое количество контактных групп одном баллоне, а для «сухих» герконов дребезга контактов;

- хрупкость стеклянного баллоне;

- чувствительность к внешним магнитным полям.

На рисунке 5.4 изображена печатная плата для геркона. Без воздействия магнитного поля контакты геркона разомкнуты , такие геркон называют нормально – разомкнут. При попадании геркона в магнитное поле контакты датчика замыкаются.

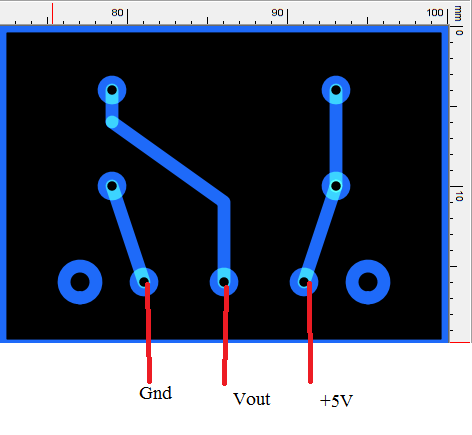


Рисунок 5.4 – печатная плата датчика

# 6.4 Контроль загрязненности реактивов

Ареометр - устройство для измерения плотности жидкостей, в основе работы которого лежит закон Архимеда. Выбран ареометр типа АОН-3 , который позволяет измерять плотность жидкости от 1000 до 1400 кг/м3 . Цена деления шкалы 10 кг/м3 . Показания отсчитывают по нижнему краю. Габариты данного устройства составляют 300 х 10 мм.

Изм.

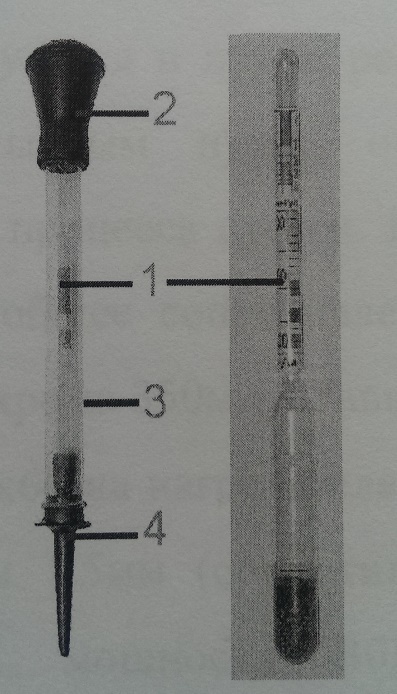
Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист



1 – ареометр ; 2 – резиновая греша; 3 – колба; 4 – резиновая пробка с отверстием.

Рисунок 5.5 – Ареометр