

Аннотация

Название выпускной квалификационной работы «Гибкий автоматизированный участок изготовления теплозвукоизоляционных фасадных плит».

Данная работа посвящена вопросу о модернизации участка по производству детали «теплозвукоизоляционная фасадная плита» с внедрением в него автоматизации.

Бакалаврская работа состоит из расчетно-пояснительной записки с приложениями, 6-ти листов графического материала формата А1.

В работе затрагивают следующие вопросы: анализ технологического процесса производства плиты, проектирование гибкого автоматизированного участка, разработка кондуктора, разработка алгоритма работы гибкого автоматизированного участка, разработка системы управления гибкого автоматизированного участка

В бакалаврской работе изложены цели проекта, поставлены задачи, проведен их анализ и приведены решения. Приведено описание технологического процесса. Подобрано автоматизированное основное и вспомогательное технологическое оборудование. Рассмотрена разработка станочного приспособления (кондуктора) для точной загрузки технологического оборудования и перемещения деталей в ориентированном виде от одного технологического оборудования к другому, изложены принципы его проектирования. Разработана прогрессивная система управления гибкого автоматизированного участка, изложен ее состав и принципы построения, разработана принципиальная схема системы управления.

Результатами разработки данной работы является создание модернизированного участка, внедрение в него автоматизации, уменьшение количества работников до 2-3 человек за смену. Разработан прогрессивный технологический маршрут изготовления плиты.

ABSTRACT

The title of the graduation work is «Flexible Automated Equipment Production for Heat and Sound Insulating Facade Board».

This graduation work is about modernization of the automated equipment for the manufacturing of the part "heat and sound insulation facade board" with the introduction of automation.

The graduation work consists of an explanatory note on 70 pages including appendices, and the graphic part on 6 A1 sheets.

We touch upon the problems of analysis of technological process of production of board, design of flexible automated equipment, conductor, development of algorithm for flexible automated equipment, development of the control system of the flexible automated equipment.

In graduation work, it is described the project objectives, the tasks, and their analysis and provides solutions. The description of the technological process is given. Automated main and auxiliary technological equipment was selected. The development of machine tool (conductor) for accurate loading of technological equipment and moving parts in an oriented form from one technological equipment to another is considered, the principles of its design are stated. A progressive control system for flexible automated equipment is developed, its composition and principles of construction are described, and a schematic diagram of the control system is developed.

The results of the development of this work are the creation of modernized automated equipment, the introduction of automation, reducing the number of employees up to 2-3 people per shift. The advanced technological route of manufacturing of the board is developed.

Содержание

Введение.	10
1 Анализ технологического процесса производства плиты	11
1.1 Анализ служебного назначения детали	11
1.2 Выбор типа производства и формы организации технологического процесса	11
1.3 Описание технологического процесса изготовления плиты.	12
1.3.1 Технологический процесс отливки кронштейнов.	12
1.3.2 Технологический процесс отливки перемычек.	14
1.3.3 Технологический процесс изготовления панелей.	14
1.4 Анализ основного технологического оборудования	16
2 Проектирование гибкого автоматизированного участка	19
2.1 Выбор операций для автоматизации	19
2.1.1 Выбор операций автоматизации для детали «панель»	19
2.1.2 Выбор операций автоматизации для детали «кронштейн»	19
2.1.3 Выбор операций автоматизации для детали «перемычка»	20
2.2 Выбор основного технологического оборудования	20
2.2.1 Литьевая машина Инсолематик 150.	20
2.2.2 Паллетообмотчик (паллетоупаковщик) HELIX HS 30.	21
2.3 Выбор вспомогательного технологического оборудования.	22
2.3.1 Промышленный робот RoboFlex	22
2.3.2 Промышленный робот FANUC M-16iB/10LT	22
2.3.3 Промышленный робот Wittmann Robots W721UHS	23
2.4 Выбор транспортной системы	23
2.5 Выбор вспомогательной тары	25
2.6 Компоновка ГАУ.	26
2.7 Алгоритм работы ГАУ.	28
3 Разработка кондуктора	50
3.1 Исходные данные. Выбор установочных элементов	50

3.2 Расчет силы зажима	50
3.3 Описание конструкции приспособления	51
4 Разработка алгоритма работы ГАУ	52
4.1 Действия и условия для их выполнения.	52
4.2 Обозначение сигналов с датчиков аргументами.	56
4.3 Обозначение команд контроллера оборудования функциями	60
4.4 Разработка основной логико-математической модели.	63
4.5 Создание алгоритма управления	64
5 Разработка системы управления ГАУ.	65
5.1 Формирование задания на разработку.	65
5.1.1 Штатные режимы работы ЛСУ.	66
5.1.2 Нештатные ситуации ЛСУ	67
5.1.3 Декомпозиция задачи	68
5.2 Средства реализации управления.	69
5.2.1 ПЛК Simatic S7-300.	70
5.2.2 Локальные СУ	71
5.2.3 Логические модули LOGO!	72
5.2.4 Интеллектуальные датчики	72
5.3 Разработка структурно-функциональной схемы СУ ГАУ.	75
5.3.1 Сеть PROFIBUS-DP.	75
5.3.2 AS интерфейс.	76
5.3.3 Industrial Ethernet	76
5.3.4 Выбор топологии связей	76
5.3.5 Аппаратная системная интеграция	77
5.3.6 Сетевые компоненты.	77
Заключение.	79
Список использованных источников	80

Введение

В настоящее время развитие техники, а также потребительский спрос на разнообразную продукцию создает необходимость производства широкого ассортимента изделий и быстрого перевода их выпуска с одного вида на другой. Это является проблемой для предприятий из-за их сформированной заранее структуры, а также используемого оборудования, большинство из которого является специализированным. Выходом из сложившейся ситуации является создание гибких производственных систем.

Эффективность ГАУ заключается в производстве многономенклатурной продукции и полной автоматизации труда, что обеспечивается созданием прогрессивных технологических процессов и использованием передового технологического и вспомогательного оборудования.

Технологические процессы, разработанные для автоматизированных производств должны обеспечивать требуемые показатели качества изделия, быть экономически эффективными, малоотходными и экологически чистыми.

Оборудование автоматизированного производства должно обладать возможностью быстрой переналадки и обеспечивать непрерывную работу производства без участия человека, что возможно при использовании многоцелевого автоматического технологического оборудования с ЧПУ, автоматизированного межоперационного транспорта и роботов с ЧПУ.

Управление и контроль такого производства необходимо осуществлять с использованием новейших аппаратных и программных средств электронно-вычислительной техники.

Целью данной бакалаврской работы является модернизация участка по производству детали «тепловозоизоляционная фасадная плита» (далее «плита») с внедрением в него автоматизации.

1 Анализ технологического процесса производства плиты

1.1 Анализ служебного назначения детали

Объектом исследования данной работы является плита для обеспечения тепло- и звукоизоляции наружных и внутренних стен зданий.

Плита относится к области строительства, а именно, к плитам для облицовки стен и может применяться при облицовке как одноэтажных, так и многоэтажных жилых и производственных зданий.

Плита (рис. 1.1) включает в себя панель, в которую заформованы кронштейны, имеющие пазы. В пазы вставляются перемычки для крепления панели к стене:

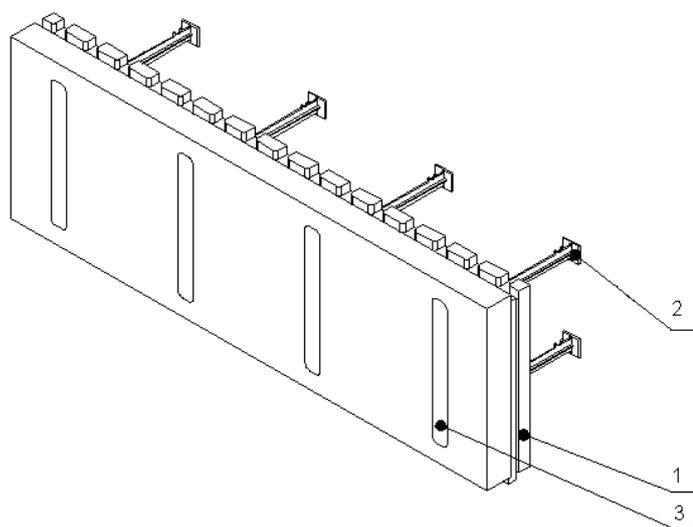


Рисунок 1.1 – Теплозвукоизоляционная фасадная плита

1 – панель, 2 – перемычка, 3 – кронштейн

Панели изготавливаются из полистирола на машине формования с использованием пара и вакуума.

Кронштейн и перемычка отливаются на термопластавтоматах.

1.2 Выбор типа производства и формы организации технологического процесса

Тип производства зависит от годовой программы выпуска деталей и их трудоемкости. По трудоемкости плиту можно отнести к средней трудоемкости, т.к.

при ее изготовлении применяется ряд различных операций, она изготавливается из нескольких деталей со своими технологическими процессами. При годовой программе $N=250$ тыс. в год – массовое производство. Для этого типа производства характерна поточная форма организации технологических процессов. Такт выпуска одного изделия составляет 1,25 мин.

1.3 Описание технологического процесса изготовления плиты

Технологический процесс изготовления плиты состоит из двух основных этапов. На первом этапе происходит изготовление кронштейнов методом литья. На втором этапе кронштейны вставляются в пресс-форму для формования плиты, и происходит изготовление самих плит.

1.3.1 Технологический процесс отливки кронштейнов

Литьем под давлением изготавливают изделия из пластмасс разнообразной конфигурации и ассортимента.

Переработка пластмасс литьем под давлением заключается в размягчении пластмассы до вязкотекучего состояния (в котором она приобретает способность пластически деформироваться, т.е. течь в проходных каналах сопла, литниковой системы и формы) в нагревательном (пластикационном) цилиндре машины и в последующей инъекции (перемещении или впрыске) под действием приложенного внешнего давления горячего расплава в охлаждаемую форму (для термопластов), в которой материал приобретает требуемую конфигурацию и затвердевает, при этом фиксируется форма изделий. Температура цилиндра и формы регулируется и изменяется в зависимости от свойств перерабатываемой пластмассы и режима переработки, обеспечивающего получение изделий с необходимыми эксплуатационными свойствами.

Литьевая машина состоит из узлов: инъекционного, прессового, привода и управления (рис. 1.2). Инъекционный узел (рис. 1.2, б) включает бункер 9 для подачи пластмассы в машину, нагревательный (инъекционный) цилиндр 8, шнек 7, сопло 6, гидроцилиндр впрыска 12 с поршнем 11 для поступательного движения

шнека при впрыске, привод 10 вращательного движения шнека при пластификации, гидроцилиндр 13 для перемещения инжекционного узла, станину 14. Основное назначение инжекционного узла: пластикация пластмассы (размягчение и нагревание до требуемой температуры), впрыск (перемещение) подготовленной при пластикации дозы расплава в форму под действием развиваемого в гидроцилиндре впрыска давления, создание давления формования регулированием давления в гидроцилиндре впрыска.

Литьевая машина работает следующим образом. Пластмасса гранулированная или порошкообразная из бункера поступает в загрузочную часть нагревательного цилиндра, захватывается вращающимся шнеком и транспортируется по цилиндру в его переднюю часть. При продвижении пластмасса пластицируется (размягчается) за счет тепла от внешних нагревателей 15 и тепла, выделяющегося при ее деформировании в витках шнека. Накапливаемый в передней части цилиндра расплав отодвигает шнек назад, возникает противодействие при пластикации.

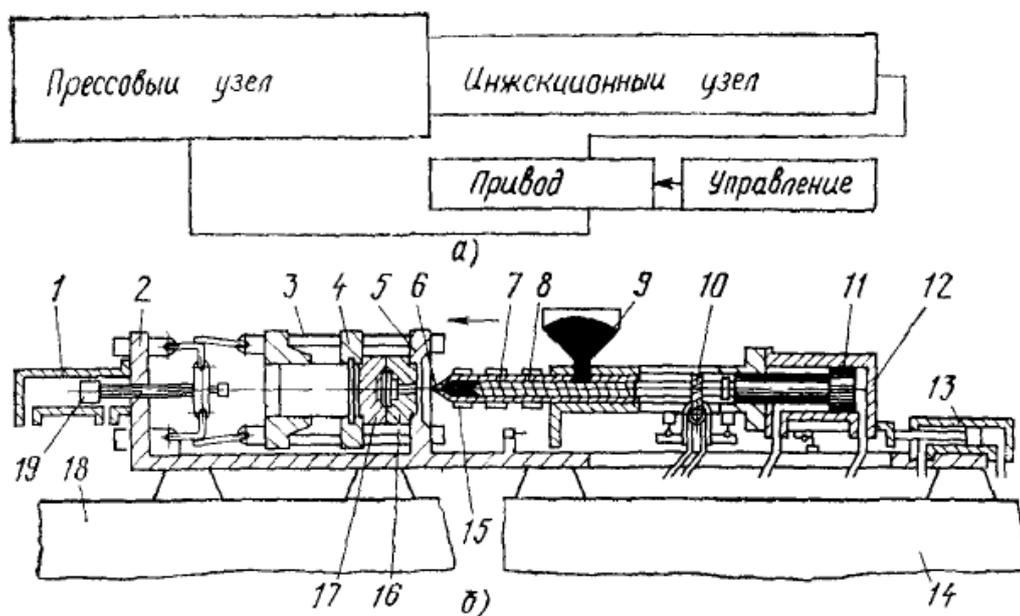


Рисунок 1.2 – Литьевая машина
а) узлы машины; б) принципиальная схема

Под действием давления, развиваемого в гидроцилиндре смыкания, подвижная плита прессового узла перемещается вперед, и полуформы смыкаются. После закрытия формы с заданным усилием запирания инспекционный цилиндр под

действием усилия, развиваемого гидроцилиндром 13, перемещается вперед и сопло прижимается к форме. Далее под действием усилия, развиваемого гидроцилиндром впрыска, шнек движется вперед, и подготовленная при пластикации доза расплава подается в форму. Пластмасса в форме в течение определенного промежутка времени выдерживается под внешним давлением. При выдержке под внешним давлением из инъекционного цилиндра в форму поступают новые порции расплава для компенсации усадки пластмассы в результате охлаждения. По окончании выдержки под давлением сопло отводится от формы. Вращение шнека может начаться сразу по окончании выдержки под давлением или по истечении некоторого времени в зависимости от режима литья. По окончании охлаждения пластмассы в форме подвижная плита под действием давления, развиваемого в штоковой полости гидроцилиндра 1, отходит назад и форма раскрывается. Отлитая деталь извлекается из формы.

При формовании пластмассе придается требуемая конфигурация изделия в процессе ее течения (в вязкотекучем состоянии) в замкнутой полости формирующего инструмента (формы) под действием внешнего фактора (давления). Приобретенная конфигурация далее фиксируется в результате перевода пластмассы в твердое состояние за счет охлаждения (для термопластов).

1.3.2 Технологический процесс отливки переемычек

Технологический процесс отливки переемычек осуществляется по такому же принципу, что и для кронштейнов. Одним отличием является то, что в термопластавтомат вставляется пресс-форма для изготовления переемычек.

1.3.3 Технологический процесс изготовления панелей

Предварительное вспенивание

Предварительное вспенивание полимера производится в установке вспенивания полистирола путем обработки полимера воздушной смесью. Набирается пар. Пустую камеру предвспенивателя нагревают до температуры 90°C. Затем материал засыпают в камеру.

При работе установки оператор наблюдает за параметрами пара и воздуха, температурой в камере, загрузкой и выгрузкой полимера, а также следит за влажностью и насыпным весом предвспененного полистирола.

Для контроля влажности и насыпного веса оператор периодически отбирает пробы полимера, который попадает в сушильную камеру машины.

Влажность определяется на ощупь. При наличии на гранулах следов влаги следует уменьшить количество воздуха в паровоздушной среде при полностью открытом эжекторе для отсоса отработанного пара из камеры.

При аварийной остановке мешалки во время работы во избежание спекания пенополистирола в камере необходимо немедленно отключать подачу материала и пара, максимально открыть подачу воздуха в камеру, после чего можно открыть дверцу камеры и освободить ее от материала.

Для уменьшения насыпного веса необходимо уменьшить подачу полимера в камеру или увеличить подачу пара в камеру.

Созревание и сушка

После предвспенивателя детали попадают в специальную сушилку, которая оснащена нагревательными тенами. Температура в сушилке доводится до 80°C. По мере высыхания материал перемещается из сушилки пневмотранспортом в бункер вылеживания. Для большей продуктивности процесса изготовления деталей рекомендуется устанавливать пять бункеров вылеживания.

Созревание производится с целью выравнивания внутригранульного давления с атмосферным. Созревание и сушка происходят при прохождении сжатого воздуха через бункер, заполненный полимером.

Для интенсификации процесса рекомендуется продувание теплым (30° - 40°C) воздухом.

Хранение созревшего и высушенного полимера в бункере вылеживания допускается не менее двух суток.

Далее высушенный полимер пневмотранспортом перекачивается в приемный бункер машины формования.

Формование деталей

Формование деталей из вспенивающегося полистирола производится на машине формования АПН 7.034.000.000 путем обработки гранул предвспененного полистирола, подаваемого из бункера машины наполнителями в сомкнутую пресс-форму, паром. За счет одновременного прогрева гранул они спекаются в деталь. Деталь охлаждается вакуумом. Из пресс-формы откачивается воздух. При ее разъединении образуется микровзрыв, который позволяет отделить деталь от пресс-формы. Далее панель выталкивается специальными толкателями.

Управление машиной формования осуществляется по программе микроконтроллером МПК1-32.

Требования к материалам

1. Используемый в качестве исходного сырья, перерабатываемый на автоматическом оборудовании пенополистирол вспенивающийся должен транспортироваться и храниться в соответствии с техническими условиями на него.

2. Не допускается использовать полимер повышенной влажности, его необходимо просушить при температуре +35° до сыпучего состояния.

3. Для смазывания поверхностей камеры и мешалки установки вспенивания полистирола и пресс-формы применяется смазка силиконовая ТУ 6-15-542-75, поставляемая в аэрозольных баллонах, или смесь глицерина ГОСТ 6823-77 со спиртом этиловым техническим ГОСТ 17299-78 в пропорции 3:1.

1.4 Анализ основного технологического оборудования

Машина формования АПН 7.034.000.000

Машина формования АПН 7.034.000.000 предназначена для изготовления изделий из вспенивающегося суспензионного полистирола с поверхностной обработкой марки ПСВ-55С и ПСВ-65С по ТУ 6405-1905-81 и полистирола суспензионного вспенивающегося по ОСТ 6-05-202-83.



Рисунок 1.3 – Машина формования АПН 7.034.000.000

Термопластавтомат ДЕ 3132

Используется для литья под давлением термопластичных материалов:

- полистирола и его сополимеров;
- полиэтилена высокой и низкой плотности;
- полипропилена;
- полиамидов.

Объем впрыска: 250г

В режиме интрузии объем впрыска увеличивается до 30%.



Рисунок 1.4 – Термопластавтомат ДЕ 3132

Термопластавтомат ДЕ 3330 Ф1



Рисунок 1.5 – Термопластавтомат ДЕ 3330 Φ1

Установка непрерывного вспенивания полистирола АПН 7.029.000.000



Рисунок 1.6 – Установка непрерывного вспенивания полистирола

Бункер вылеживания



Рисунок 1.7 – Бункер вылеживания

2 Проектирование гибкого автоматизированного участка

2.1 Выбор операций для автоматизации

2.1.1 Выбор операций автоматизации для детали «панель»

Таблица 2.1 – Время выполнения операций

Операция	Время выполнения, мин
010. Предварительное вспенивание	0,0007
015. Транспортная	0,0028
020. Созревание и сушка	0,02
025. Транспортная	0,0028
030. Комплектовочная	0,25
035 Формовочная	0,75
040 Контрольная	0,0167
045 Упаковочная	0,033

Исходя из времени обработки, определяем количество оборудования:

Таблица 2.2 – Количество оборудования

Операция	Количество станков	Количество деталей, обрабатываемых на станке
Операция 010	1	гранулы
Операция 015	0	гранулы
Операция 020	0	гранулы
Операция 025	0	гранулы
Операция 030	0	гранулы
Операция 035	3	4
Операция 040	0	1
Операция 045	0	1

Таким образом, в производстве детали «панель» используется 4 станка:

- 3 машины формования АПН 7.034.000.000;
- 1 установка непрерывного вспенивания полистирола АПН 7.029.000.000.

2.1.2 Выбор операций автоматизации для детали «кронштейн»

Таблица 2.3 – Время выполнения операций

Операция	Время выполнения, мин
010 Литье	0,375
015 Контрольная	0,0167
020 Упаковочная	0,033

Исходя из времени обработки, определяем количество оборудования:

Таблица 2.4 – Количество оборудования

Операция	Количество станков	Количество деталей, обрабатываемых на станке
Операция 010	1	2
Операция 015	0	1
Операция 020	0	1

Таким образом, в производстве детали «кронштейн» используется 1 станок:

- термопластавтомат ДЕ 3132.

2.1.3 Выбор операций автоматизации для детали «перемычка»

Таблица 2.5 – Время выполнения операций

Операция	Время выполнения, мин
010. Литье	0,25
015. Контрольная	0,0167
020. Упаковочная	0,033

Исходя из времени обработки, определяем количество оборудования:

Таблица 2.6 – Количество оборудования

Операция	Количество станков	Количество деталей, обрабатываемых на станке
Операция 010	1	2
Операция 015	0	1
Операция 020	0	1

Таким образом, в производстве детали «перемычка» используется 1 станок:

- термопластавтомат ДЕ 3330.Ф1.

2.2 Выбор основного технологического оборудования

2.2.1 Литьевая машина Инсолематик 150

Машина Инсолематик 150 используется для удовлетворения требований по любому типу изделий малых габаритов. Она является гидравлической и снабжена прессом на 150 тонн. Инжекция пластмассы осуществляется при помощи двух сопел клапанного типа, расположенных в нижней части прессы. Вращающийся стол включает 12 позиций, 9 из которых служат для охлаждения впрыскиваемой детали;

остальные 3 позиции служат для введения вставки, впрыскивания пластикового материала и смыкания держателя пресс-формы. Машина снабжена вычислительным устройством для контроля давления, скорости, времени и количества в любой рабочей станции машины.



Рисунок 2.1 – Литьевая машина Инсолематик 150

2.2.2 Паллетообмотчик (паллетоупаковщик) HELIX HS 30



Рисунок 2.2 – Паллетообмотчик HELIX HS 30

Высокопроизводительный паллетообмотчик HELIX HS 30 предназначен для автоматической упаковки паллет с грузом. Работает по принципу «вращающейся руки» – паллета по конвейеру поступает в рабочую зону паллетообмотчика, останавливается и выносная «рука» с закрепленной на ней кареткой с рулоном стретч-пленки вращается вокруг установленной паллеты, обматывая паллету. Паллетоупаковщик имеет автоматическую систему закрепления и обрезки пленки и защитным ограждением с дверцей доступа с концевым выключателем. Скорость перемещения каретки с рулоном стретч-пленки регулируется механическим вариатором. Паллетоупаковщик снабжен отражающим фотодатчиком для автоматического контроля высоты паллеты, контроллером SIEMENS S7 200 и русифицированным дисплеем SIEMENS OP7.

2.3 Выбор вспомогательного технологического оборудования

2.3.1 Промышленный робот RoboFlex

Промышленные роботы RoboFlex предназначены для обработки частей деталей, загрузки и разгрузки станков, включая действия типа мойки, измерения, маркировки и т.п., сборки деталей и механизмов, автоматизация прессов и т.д. Робот имеет руку с 5 осями перемещений, установленной на опоре, перемещающейся по порталу.

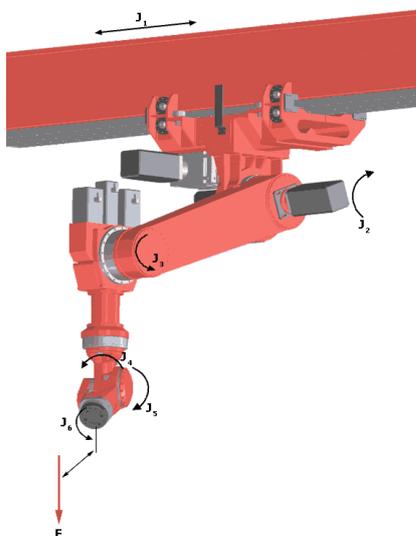


Рисунок 2.3 – Промышленный робот RoboFlex

2.3.2 Промышленный робот FANUC M-16iB/10LT

Шестикоординатный подвесной робот FANUC M-16iB/T разработан для манипулирования материалами и обслуживания станков. Также роботы серии M-16iB/T могут осуществлять последующую обработку изделий с целью повышения их характеристик.



Рисунок 2.4 – Промышленный робот FANUC M-16iB/10LT

2.3.3 Промышленный робот Wittmann Robots W721UHS

Роботы серии Wittmann разработаны для уменьшения времени перемещения на большие расстояния.

Преимущества:

- самый короткий цикл;
- уменьшение масс перемещения для высокого ускорения и замедления;
- самая высокая производительность при извлечении деталей.

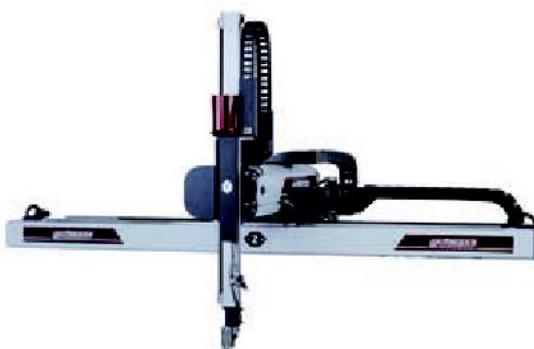


Рисунок 2.5 – Промышленный робот Wittmann Robots W721UHS

2.4 Выбор транспортной системы

Межоперационный транспорт

К роботизированным комплексам должны быть организованы поступление заготовок и инструмента и приёмка обработанных изделий. С этой целью используют транспортно-накопительную систему. Она связывает различные производственные подразделения, роботизированные комплексы, технологическое оборудование, позиции хранения и комплектации.

Пневмотранспорт

Пневмотранспорт представляет собой трубы, по которым материал перемещается от устройства предварительного вспенивания к бункерам вылеживания и от бункеров вылеживания к бункерам машин формования.

Конвейер

Конвейер в ГАК будет использоваться для перемещения кондукторов к термопластавтоматам, где они будут загружаться перемычками, далее к машинам

формования. Конвейеры также будут возвращать отработанные кондукторы к началу процесса производства.



Рисунок 2.6 – Прямой конвейер (транспортёр) с защитными бортами

Данный транспортер применяется для погрузо-разгрузочных работ штучных тарных грузов, коробок, паллет, строительного и бытового мусора, как в помещении, так и на открытом воздухе и т.д. Легко настраивается под разные высоты погрузо-разгрузочных работ. Во избежание падения грузов конвейер оснащен защитными бортами.



Рисунок 2.7 – Конвейер (транспортёр) с регулировкой угла наклона

Данный транспортер применяется для погрузо-разгрузочных работ штучных тарных грузов, коробок, паллет, строительного и бытового мусора в помещении и на открытом воздухе. Легко настраивается под разные высоты погрузо-разгрузочных работ.



Рисунок 2.8 – Конвейер поворотный на 90 градусов

Конвейер поворотный на 90 градусов предназначен для приема и изменения направления движения потока изделий при ограниченных размерах производственных площадей.



Рисунок 2.9 – Конвейер для тары с поворотным рольгангом на 155 градусов

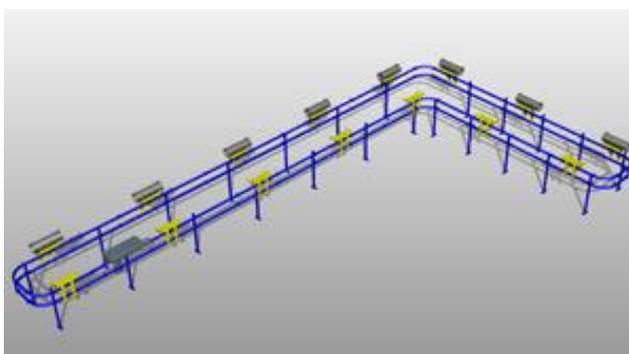


Рисунок 2.10 – Конвейер напольный для перемещения кондукторов

Конвейер напольный цепной с горизонтальным замыканием, периодического действия. Принцип работы напольного конвейера основан на перемещении с помощью привода тяговой грузонесущей цепи, расположенной в направляющих, конфигурация которых определяет траекторию движения спутников.

Привод напольного конвейера оснащен системой плавного пуска и останова.

Напольный конвейер предназначен для работы в автоматическом режиме. Время паузы, скорость перемещения цепи со спутниками, время цикла для автоматического режима устанавливается предварительно в процессе наладки цепного напольного конвейера и не изменяется в процессе работы.

2.5 Выбор вспомогательной тары

В разработанном ГАК тара будет использоваться для упаковки перемычек при выходе их из литевой машины.

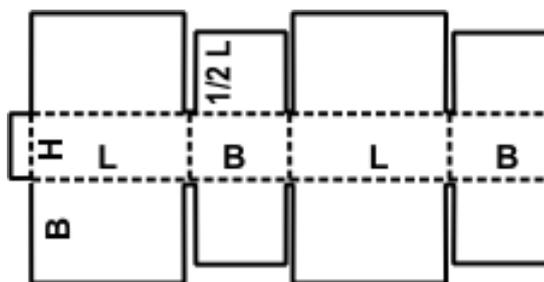


Рисунок 2.11 – Короб четырехклапанный

Таблица 2.7 – Технические характеристики

1	Максимальная грузоподъемность, кг	800
2	Габариты, мм:	
	- длина	710
	- ширина	520
	- высота	260
3	Материал	картон трехслойный бурый

Для укладки панелей перед их упаковкой в паллетообмотчике используется накопитель.

2.6 Компоновка ГАУ

Описание линии:

1 – робот RoboFlex; 2 – конвейер цепной; 3 – машина формования (3 шт.); 4 – система транспортеров; 5 – эстакада; 6 – паллетообмотчик; 7 – стол для готовых изделий; 8 – бункер; 9 – стеллаж для пресс-форм; 10 – кабинка оператора; 11 – машина литьевая ДЕ 3132; 12 – бункер (3 шт.); 13 – машина литьевая INSOLEMATIС 150; 14 – робот FANUC M-16iB/10LT; 15 – робот Wittmann Robots W721UHS; 16 – машина литьевая ДЕ 3330 Ф1; 17 – бункер вылеживания (4 шт.); 8 – установка предварительного вспенивания АПН7 029.000.000 ПС; 19 – сушилка; 20 – эстакада; 21 – загрузочный бункер (3 шт.).

Процесс производства начинается с литья кронштейнов. Эта операция производится на термопласте 16 и инсолематике 13. Робот 14 осуществляет разгрузку инсолематика, также он разгружает робот-манипулятор 15, который в свою очередь разгружает термопласт. Далее робот 14 загружает разработанный кондуктор. Кондуктор вмещает восемь деталей.

Транспортер перемещает кондуктор к месту разгрузки пошагово. Портальный робот 1 захватывает кондуктор и загружает одну из машин формования. После загрузки машины робот ставит пустой кондуктор на место в цепной транспортер. В каждую из машин формования загружается два кондуктора.

Машина формования 3 оснащена пресс-формой, которая является основой формования деталей. Разработана пресс-форма для изготовления панелей. Пресс-форма состоит из подвижной и неподвижной частей. В пресс-форме формуется 4 детали. Она оснащена толкателями и загрузчиками материала. Пресс-форма крепится непосредственно на плиты машины формования. После загрузки кронштейнов пресс-форма смыкается и осуществляется загрузка материала, после чего в специальные отверстия (венты) подача пара, происходит разбухание гранул и формование изделия. Затем происходит охлаждение. Пресс-форма размыкается и толкатели выталкивают изделие на скаты.

В процессе формования панели и подготовки материала используется пар. Пар образуется на участке подготовки пара. Далее по трубопроводу пар доставляется к установке вспенивания 18 и машинам формования.

Предварительное вспенивание полимера производится в установке вспенивания полистирола 18 путем обработки полимера воздушной смесью. Набирается пар. Пустую камеру предвспенивателя нагревают до температуры 90°C. Затем материал засыпают в камеру. Тепло пара воздействует на газообразующий реагент, в результате чего появляются влагостойкие многоячеистые частицы или полуфабрикат из шариков, увеличенных в процессе обработки в размере примерно в 10–12 раз. После предвспенивателя детали попадают в специальную сушилку 19, которая оснащена нагревательными тенами. Температура в сушилке доводится до 80°C. По мере высыхания материал перемещается из сушилки пневмотранспортом в бункер вылеживания 17. Созревание производится с целью выравнивания внутригранульного давления с атмосферным. Хранение созревшего и высушенного полимера в бункере вылеживания допускается не менее двух суток.

Далее высушенных полимер пневмотранспортом перекачивается в приемный бункер машины формования 21.

Со скатов изделия поштучно перемещаются на конвейер. Используются рольганги, поворотные, наклонные и прямые конвейеры. Плиты формируются в стопки по 10 штук. Две стопки перемещаются к паллетообмотчику 6, упаковываются и отправляются на стол для готовых изделий 7.

На термопласте 11 изготавливаются перемишки в автоматическом режиме. Навалом падают в картонную тару. При наполнении тара перемещается по конвейеру к оператору, который заменяет ее на пустую и подтверждает реверс конвейера.

2.7 Алгоритм работы ГАУ

Составим алгоритм работы участка линии.

1. Для односхватного робота модели FANUC M-16iB/10LT.

Состояние схватов: 0 – пустой схват; 1 – в схвате кронштейн.

Состояние оборудования: 0 – оборудование не работает; 1 – литье изделий.

Таблица 2.17 – Литьевая машина Инсолематик 150 (станок 1)

Разгрузка оборудования

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Длительность переходов
		C_1	C_2	C_3	t_1 , мин
1	Ожидание окончания работы оборудования	j1	0	0	-
2	Вход в оборудование и подведение схвата к технологической позиции	j1- j2	0	0	0,0007
3	Заведение схвата на кронштейн 1	j3	0	0	0,001
4	Захват кронштейна 1 роботом	j3	1	0	0,01
5	Снятие кронштейна 1 с оборудования и отвод схвата с изделием от технологической позиции	j4	1	0	0,001
6	Выход из оборудования	j5	1	0	0,0007
7	Время разгрузки оборудования				0,013

2. Для односхватного портального робота модель Wittmann Robots W721UHS.

Состояние схватов: 0 – пустой схват; 1 – в схвате кронштейн.

Состояние оборудования: 0 – оборудование не работает; 1 – формовка изделий.

Таблица 2.18 – Машина формования АПН 034.000.000 (станок 2)

Разгрузка оборудования (снятие кронштейна 1)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
1	Ожидание окончания работы j-го оборудования	J6	0	0	-	-
2	Вход в j-е оборудование и подведение схвата к технологической позиции	J6-j7	0	0	490	0,004
3	Заведение схвата на кронштейн1	J8	0	0	1295	0,009
4	Захват кронштейна 1 роботом	J8	1	0	-	0,01
5	Снятие кронштейна 1 с j-го оборудования и отвод схвата с изделием от технологической позиции	J9	1	0	1295	0,009
6	Выход из j-го оборудования	j10	1	0	490	0,004
7	Время разгрузки j-го оборудования					0,034

Таблица 2.19 – Разгрузка оборудования (снятие кронштейна 2)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
1	Вход в j-е оборудование и подведение свободного схвата к технологической позиции	j11-j12	0	0	650	0,005
2	Заведение схвата на кронштейн2	j13	0	0	1484	0,012
3	Захват кронштейна 2 роботом	j13	1	0	-	0,01
4	Снятие кронштейна 2 с j-го оборудования и отвод схвата с изделием от технологической позиции	j14	1	0	1484	0,012
5	Выход из j-го оборудования	J15	1	1	650	0,005
6	Время разгрузки j-го оборудования					0,044

Таблица 2.20 – Разгрузка оборудования (снятие кронштейна 3)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
		C_1	C_2	C_3	L_1 , мм	t_1 , мин
1	Ожидание окончания работы j-го оборудования	J16	0	0	-	-
2	Вход в j-е оборудование и подведение схвата к технологической позиции	J16-j17	0	0	810	0,006
3	Заведение схвата на кронштейн1	J18	0	0	1295	0,010
4	Захват кронштейна 1 роботом	J18	1	0	-	0,01
5	Снятие кронштейна 1 с j-го оборудования и отвод схвата с изделием от технологической позиции	J19	1	0	1295	0,010
6	Выход из j-го оборудования	j20	1	0	810	0,006
7	Время разгрузки j-го оборудования					0,042

Таблица 2.21 – Разгрузка оборудования (снятие кронштейна 4)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
		C_1	C_2	C_3	L_1 , мм	t_1 , мин
1	Вход в j-е оборудование и подведение свободного схвата к технологической позиции	j21-j22	0	0	650	0,005
2	Заведение схвата на кронштейн2	j22	0	0	1108	0,008
3	Захват кронштейна 2 роботом	j23	1	0	-	0,01
4	Снятие кронштейна 2 с j-го оборудования и отвод схвата с изделием от технологической позиции	j24	1	0	1108	0,008
5	Выход из j-го оборудования	J25	1	1	650	0,005
6	Время разгрузки j-го оборудования					0,036

3. Для односхватного портального робота модели RoboFlex.

Состояние схватов: 0 – пустой схват; 1 – в схвате кондуктор.

Состояние оборудования: 0 – оборудование не работает; 1 – формовка изделий.

Таблица 2.22 Машина формования АПН 034.000.000 (станок 3-5)

Загрузка оборудования (установка кронштейнов в левую часть пресс-формы)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
		C_1	C_2	C_3	$L_1, \text{ мм}$	$t_1, \text{ мин}$
1	Ожидание окончания работы j-го оборудования	j26	1	0	-	-
2	Вход в j-е оборудование и подведение свободного схвата к технологической позиции	j26 - j27	1	0		0,008
3	Заведение схвата с кондуктором в левую часть пресс-формы в j-м оборудовании	j28	1	0		0,034
4	Установка кронштейнов в левую часть пресс-формы	j29	1	0		0,004
5	Отвод схвата с пустым кондуктором от технологической позиции	j30	1	0		0,034
6	Выход из j-го оборудования	j31	1	0		0,008
7	Время загрузки j-го оборудования					0,088

Таблица 2.23 – Загрузка оборудования (установка кронштейнов в правую часть пресс-формы)

№	Содержание алгоритмов переходов	Положение схвата	Состояние схвата	Состояние оборудования	Протяженность траектории	Длительность переходов
		C1	C2	C3	L1, мм	t1, мин
1	Вход в j-е оборудование и подведение свободного схвата к технологической позиции	j32	1	0		0,008
2	Заведение схвата с кондуктором в правую часть пресс-формы в j-м оборудовании	j33	1	0		0,032
3	Установка кронштейнов в правую часть пресс-формы	j34	1	0		0,004
4	Отвод схвата с пустым кондуктором от технологической позиции	j35	1	0		0,032
5	Выход из j-го оборудования	j36	1	0		0,008
6	Время загрузки j-го оборудования					0,084

Таблица 2.24

Алгоритм работы автоматической линии при параллельной работе роботов (работают станки 3 и 4)

№	Содержание алгоритма переходов	FANUC M-16iB/10LT		Wittmann Robots W721UHS		RoboFlex		Состояние оборудования					Протяженность траектории	Длительность переходов
		Положение схвата	Состояние схвата	Положение схвата	Состояние схвата	Положение схвата	Состояние схвата	Инсолематик 150	Термопластавтомат ДЕ 3330.Ф1	АПН 034.000.000	АПН 034.000.000	АПН 034.000.000		
								C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	L _{1,м} м	t _{1,м} ин
1	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
2	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,01 3
3	Установка кронштейна в кондуктор	J3	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,00 3
4	Отпускание кронштейна роботом	J3	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,01 0

Продолжение таблицы 2.24

5	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J4	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6
6	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
7	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,01 4
8	Установка кронштейна в кондуктор	J6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
9	Отпускание кронштейна роботом	J6	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
10	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J7	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,01 6
11	Ожидание окончания работы 1-го станка	J7	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,12 4
12	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J8	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
13	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,01 3
14	Установка кронштейна в кондуктор	J9	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,00 3
15	Отпускание кронштейна роботом	J9	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,01 0
16	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J10	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6

Продолжение таблицы 2.24

17	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
18	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J11	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,01 4
19	Установка кронштейна в кондуктор	J12	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
20	Отпускание кронштейна роботом	J12	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
21	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J13	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,01 6
22	Ожидание окончания работы 1-го станка	J13	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,12 4
23	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J14	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
24	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,01 3
25	Установка кронштейна в кондуктор	J15	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,00 3
26	Отпускание кронштейна роботом	J15	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,01 0
27	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J16	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6
28	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2

Продолжение таблицы 2.24

29	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J17	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,01 4
30	Установка кронштейна в кондуктор	J18	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
31	Отпускание кронштейна роботом	J18	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
32	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J19	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1080	0,00 9
33	Ожидание окончания работы робота W721UHS	J19	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
34	Захват кронштейна	J20	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,02 0
35	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J21	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,01 6
36	Установка кронштейна в кондуктор	J22	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
37	Отпускание кронштейна роботом	J22	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
38	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J23	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2280	0,01 9
39	Ожидание окончания работы робота W721UHS	J23	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,00 6
40	Захват кронштейна	J24	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,02 0

Продолжение таблицы 2.24

40	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J25	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1800	0,01 5
41	Установка кронштейна в кондуктор	J26	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
42	Отпускание кронштейна роботом	J26	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
43	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J27	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6
44	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J28	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
45	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,01 3
46	Установка кронштейна в кондуктор	J29	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,00 3
47	Отпускание кронштейна роботом	J29	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,01 0
48	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J30	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6
49	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,02 2
50	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J31	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,01 4
51	Установка кронштейна в кондуктор	J32	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3

Продолжение таблицы 2.24

52	Отпускание кронштейна роботом	J32	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
53	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J33	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2160	0,01 8
54	Захват кронштейн	J33	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,02 0
55	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J34	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,01 4
56	Установка кронштейна в кондуктор	J35	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,00 3
57	Отпускание кронштейна роботом	J35	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,01 0
58	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J36	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2520	0,02 1
59	Захват кронштейна	J36	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,02 0
60	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J37	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,01 3
61	Установка кронштейна в кондуктор	J38	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,00 3
62	Отпускание кронштейна роботом	J38	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,01 0
63	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J39	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,01 6

Продолжение таблицы 2.24

64	Ожидание окончания работы 2-го станка	-	-	J40	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0,63 5
65	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j6- j10	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,03 4
66	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J41	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
67	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J41	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,02 0
68	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J42	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
69	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j11- j15	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,04 4
70	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J43	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
71	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J43	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,02 0
72	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J44	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
73	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j16- j20	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,04 2
74	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J45	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
75	Ожидание окончания работы робота FANUC M-16iB/10LT	-	-	J45	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,12 3

Продолжение таблицы 2.24

76	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J45	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,02 0
77	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J46	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,00 5
78	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j21- j25	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,03 6
79	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J47	1	-	-	-	1	-	-	-	600	0,00 5
80	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J47	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0,02 0
81	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J48	0	-	-	-	1	-	-	-	600	0,00 5
82	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J49	0	-	-	0	1	-	1320	0,01 1
83	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J49	1	-	-	0	1	-	-	0,02 0
84	Заведение схвата робота на 3-й станок	-	-	-	-	J50	1	-	-	0	1	-	1320	0,01 1
85	Загрузка 3-го станка (левая часть)	-	-	-	-	j26- j31	1	-	-	0	1	-	-	0,08 8
86	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J51	1	-	-	0	1	-	1320	0,01 1
87	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J51	0	-	-	0	1	-	-	0,02 0

Продолжение таблицы 2.24

88	Переход к началу рабочей зоны 3-го станка	-	-	-	-	J52	0	-	-	0	1	-	1320	0,01 1
89	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J53	0	-	-	0	1	-	3120	0,02 6
90	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J53	1	-	-	0	1	-	-	0,02 0
91	Заведение схвата робота на 3-й станок	-	-	-	-	J54	1	-	-	0	1	-	3120	0,02 6
92	Загрузка 3-го станка (правая часть)	-	-	-	-	j26- j31	1	-	-	0	0	-	-	0,08 4
93	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J55	1	-	-	1	0	-	3120	0,02 6
94	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J55	0	-	-	1	0	-	-	0,02 0
95	Переход к началу рабочей зоны 4-го станка	-	-	-	-	J56	0	-	-	1	0	-	1920	0,01 6
96	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J57	0	-	-	1	0	-	1320	0,01 1
97	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J57	1	-	-	1	0	-	-	0,02 0
98	Заведение схвата робота на 4-й станок	-	-	-	-	J58	1	-	-	1	0	-	1320	0,01 1
99	Загрузка 4-го станка (левая часть)	-	-	-	-	j32- j36	1	-	-	1	0	-	-	0,08 8

Продолжение таблицы 2.24

100	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J59	1	-	-	1	0	-	1320	0,01 1
101	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J59	0	-	-	1	0	-	-	0,02 0
102	Переход к началу рабочей зоны 4-го станка	-	-	-	-	J60	0	-	-	1	0	-	1320	0,01 1
103	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J61	0	-	-	1	0	-	1920	0,01 6
104	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J61	0	-	-	1	0	-	-	0,02 0
105	Заведение схвата робота на 4-й станок	-	-	-	-	J62	0	-	-	1	0	-	1920	0,01 6
106	Загрузка 4-го станка (правая часть)	-	-	-	-	j32- j36	1	-	-	1	0	-	-	0,08 4
107	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J63	1	-	-	1	1	-	1320	0,01 1
108	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J64	0	-	-	1	1	-	-	0,02 0
109	Переход к началу рабочей зоны 3-го станка	-	-	-	-	J65	0	-	-	1	1	-	4920	0,04 1
110	Ожидание окончания работы 3-го станка					J65	0	-	-	1	1	-	-	1,9

Таблица 2.25

Алгоритм работы автоматической линии при параллельной работе роботов (работают станки 3 и 5)

№	Содержание алгоритма переходов	FANUC M-16iB/10LT		Wittmann Robots W721UHS		RoboFlex		Состояние оборудования					Протяженность траектории	Длительность переходов
		Положение схвата	Состояние схвата	Положение схвата	Состояние схвата	Положение схвата	Состояние схвата	Инсолематик 150	Термопластавтомат ДЕ 3330.Ф1	АПН 034.000.000	АПН 034.000.000	АПН 034.000.000		
								C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	L _{1,м} м	t _{1,ми} н
1	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
2	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,013
3	Установка кронштейна в кондуктор	J3	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,003
4	Отпускание кронштейна роботом	J3	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,010
5	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J4	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
6	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
7	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,014
8	Установка кронштейна в кондуктор	J6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003

Продолжение таблицы 2.25

9	Отпускание кронштейна роботом	J6	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
10	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J7	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,016
11	Ожидание окончания работы 1-го станка	J7	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,124
12	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J8	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
13	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,013
14	Установка кронштейна в кондуктор	J9	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,003
15	Отпускание кронштейна роботом	J9	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,010
16	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J10	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
17	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
18	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J11	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,014
19	Установка кронштейна в кондуктор	J12	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
20	Отпускание кронштейна роботом	J12	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
21	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J13	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,016
22	Ожидание окончания работы 1-го станка	J13	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,124
23	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J14	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
24	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,013
25	Установка кронштейна в кондуктор	J15	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,003
26	Отпускание кронштейна роботом	J15	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,010
27	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J16	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
28	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
29	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J17	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,014

Продолжение таблицы 2.25

30	Установка кронштейна в кондуктор	J18	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
31	Отпускание кронштейна роботом	J18	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
32	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J19	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1080	0,009
33	Ожидание окончания работы робота W721UHS	J19	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
34	Захват кронштейна	J20	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,020
35	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J21	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1920	0,016
36	Установка кронштейна в кондуктор	J22	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
37	Отпускание кронштейна роботом	J22	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
38	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J23	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2280	0,019
39	Ожидание окончания работы робота W721UHS	J23	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,006
40	Захват кронштейна	J24	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,020
40	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J25	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1800	0,015
41	Установка кронштейна в кондуктор	J26	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
42	Отпускание кронштейна роботом	J26	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
43	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J27	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
44	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна)	J28	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
45	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,013
46	Установка кронштейна в кондуктор	J29	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,003
47	Отпускание кронштейна роботом	J29	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,010

Продолжение таблицы 2.25

48	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J30	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
49	Разгрузка 1-го станка (снятие кронштейна малого)	j1-j5	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2640	0,022
50	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J31	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,014
51	Установка кронштейна в кондуктор	J32	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
52	Отпускание кронштейна роботом	J32	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
53	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J33	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2160	0,018
54	Захват кронштейна	J33	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,020
55	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J34	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1680	0,014
56	Установка кронштейна в кондуктор	J35	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	360	0,003
57	Отпускание кронштейна роботом	J35	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,010
58	Переход к месту передачи кронштейна от робота W721UHS	J36	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2520	0,021
59	Захват кронштейна	J36	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,020
60	Заведение схвата с кронштейном на транспортер	J37	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1560	0,013
61	Установка кронштейна в кондуктор	J38	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	360	0,003
62	Отпускание кронштейна роботом	J38	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0,010
63	Переход к началу рабочей зоны 1-го станка	J39	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1920	0,016
64	Ожидание окончания работы 2-го станка	-	-	J40	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0,635

Продолжение таблицы 2.25

65	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j6- j10	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,034
66	Переход к месту передачи кронштейна) роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J41	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
67	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J41	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,020
68	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J42	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
69	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j11- j15	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,044
70	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J43	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
71	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J43	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,020
72	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J44	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
73	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j16- j20	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,042
74	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J45	1	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
75	Ожидание окончания работы робота FANUC M-16iB/10LT	-	-	J45	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,123
76	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J45	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0,020
77	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J46	0	-	-	-	0	-	-	-	600	0,005
78	Разгрузка 2-го станка (снятие кронштейна)	-	-	j21- j25	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0,036
79	Переход к месту передачи кронштейна роботу FANUC M-16iB/10LT	-	-	J47	1	-	-	-	1	-	-	-	600	0,005
80	Отпускание кронштейна роботом	-	-	J47	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0,020

Продолжение таблицы 2.25

81	Переход к началу рабочей зоны 2-го станка	-	-	J48	0	-	-	-	1	-	-	-	600	0,005
82	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J49	0	-	-	0	1	-	1320	0,011
83	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J49	1	-	-	0	1	-	-	0,020
84	Заведение схвата робота на 3-й станок	-	-	-	-	J50	1	-	-	0	1	-	1320	0,011
85	Загрузка 3-го станка (левая часть)	-	-	-	-	j26-j31	1	-	-	0	1	-	-	0,088
86	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J51	1	-	-	0	1	-	1320	0,011
87	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J51	0	-	-	0	1	-	-	0,020
88	Переход к началу рабочей зоны 3-го станка	-	-	-	-	J52	0	-	-	0	1	-	1320	0,011
89	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J53	0	-	-	0	1	-	3120	0,026
90	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J53	1	-	-	0	1	-	-	0,020
91	Заведение схвата робота на 3-й станок	-	-	-	-	J54	1	-	-	0	1	-	3120	0,026
92	Загрузка 3-го станка (правая часть)	-	-	-	-	j26-j31	1	-	-	0	0	-	-	0,084
93	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J55	1	-	-	1	0	-	3120	0,026
94	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J55	0	-	-	1	0	-	-	0,020
95	Переход к началу рабочей зоны 5-го станка	-	-	-	-	J56	0	-	-	1	0	-	8400	0,07
96	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J57	0	-	-	1	0	-	1320	0,011
97	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J57	1	-	-	1	0	-	-	0,020
98	Заведение схвата робота на 5-й станок	-	-	-	-	J58	1	-	-	1	0	-	1320	0,011
99	Загрузка 5-го станка (левая часть)	-	-	-	-	j32-j36	1	-	-	1	0	-	-	0,088
100	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J59	1	-	-	1	0	-	1320	0,011

Продолжение таблицы 2.25

101	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J59	0	-	-	1	0	-	-	0,020
102	Переход к началу рабочей зоны 5-го станка	-	-	-	-	J60	0	-	-	1	0	-	1320	0,011
103	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J61	0	-	-	1	0	-	1920	0,016
104	Разгрузка транспортера	-	-	-	-	J61	0	-	-	1	0	-	-	0,020
105	Заведение схвата робота на 5-й станок	-	-	-	-	J62	0	-	-	1	0	-	1920	0,016
106	Загрузка 5-го станка (правая часть)	-	-	-	-	j32-j36	1	-	-	1	0	-	-	0,084
107	Заведение схвата робота на транспортер	-	-	-	-	J63	1	-	-	1	1	-	1320	0,011
108	Загрузка транспортера	-	-	-	-	J64	0	-	-	1	1	-	-	0,020
109	Переход к началу рабочей зоны 3-го станка	-	-	-	-	J65	0	-	-	1	1	-	8400	0,07
110	Ожидание окончания работы 3-го станка					J65	0	-	-	1	1	-	-	1,78

Таблицы для входа и выхода из циклов аналогичны таблицам 3.24 и 3.25. При входе в цикл в таблице 3.24 участок 1-63 повторяется 2,4 раза, в таблице 3.25 участок 1-63 повторяется 1 раз. На выходе вариантов работают только участки 82-110.

Циклограммы работы роботов приведены в графической части на листах формата А1.

3 Разработка кондуктора

3.1 Исходные данные. Выбор установочных элементов

Задача: спроектировать кондуктор на восемь мест для детали кронштейн. Деталь устанавливается в пазах. Закрепление происходит плоскими пружинами. Разработать механизм выталкивания кронштейнов из пазов.

Кондуктор перемещается на цепном транспортере и захватывается рукой робота.

Вес не более 10кг.

Тип приспособления – многоместное.

3.2 Расчет силы зажима

Усилие робота при помещении кондуктора в пазы равно:

$$W_p = 10 \text{ кгс} = 98.07 \text{ Н}$$

Примем, что сила, которая пытается вытолкнуть кронштейн из пазов во время транспортировки кондуктора на транспортере и при перемещении его роботом, равна

$$W_{II} = 0.25 \text{ кгс} = 2.45 \text{ Н}$$

Определим силу, с которой плоские пружины должны удерживать кронштейн в кондукторе, по формуле:

$$N = \frac{W_{II}}{2\mu}, \quad (3.1)$$

Где: μ - коэффициент учитывающий трение между поверхностью кронштейна и материалом плоских пружин $\mu = 0.12 - 0.15$.

Подставив значения, получаем

$$N = \frac{2.45}{2 \cdot 0.13} = 9.42 \text{ Н}$$

3.3 Описание конструкции приспособления

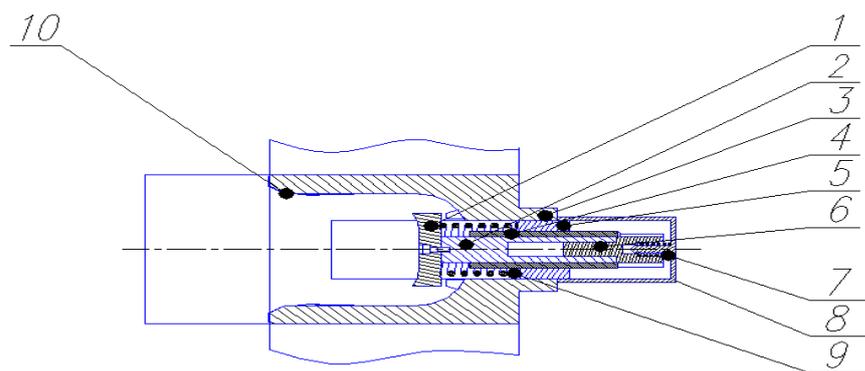


Рисунок 3.1 – Конструктивная схема механизма выталкивания кронштейна

Корпус 3 устройства изготовлен методом литья, в корпус вставлена втулка 5, в которую в свою очередь вставлена втулка 4 с боковыми пазами, в пазах движутся выступы поршня 6 и выступы штока 2. К штоку 2 крепится губка 1, пружина 9 толкает шток с губкой. На корпусе механизма расположены плоские пружины 10 для надежного закрепления детали в механизме. Пружина 7 закреплена на крышке 8, которая не дает поршню 6 вылететь, и прижимает поршень кривой поверхностью к соответствующим кривым поверхностям на втулке 4 и штоке 2.

Элементы 2, 6, 1 изготовлены из пластмассы высокой плотности.

При надавливании на губку до упора, механизм проворачивается за счет наклонных кривых поверхностей, защелкивается и препятствует пружине вытолкнуть губку обратно, при повторном нажатии, механизм выщелкивается и за счет давления пружины, губка выталкивается, тем самым выталкивает деталь из кондуктора. На механизм непосредственно действует (давит) деталь.

Корпус в свою очередь крепится к раме из алюминиевой трубы. Жесткость корпуса обеспечивается за счет формы среза трубы и наличия в конструкции горизонтальных соединений. Рама изготовлена методом сварки. На раме закреплены центрующие колонки, которые базируют кондуктор на конвейере во время перемещения.

Имеются места для захвата роботом, подобные используемым в быстросменных захватных устройствах.

4 Разработка алгоритма работы ГАУ

4.1 Действия и условия для их выполнения

1. Выдать команду машинам формования 3 на начало изготовления панелей:

- 1) машина формования находится в состоянии ожидания;
- 2) кронштейны установлены в пресс-форму станка;
- 3) робот 1 вышел из рабочей зоны станка;
- 4) в бункере находится материал;
- 5) в рабочей части станка нет людей и посторонних предметов.

2. Выдать команду термопласту 16 на начало изготовления кронштейнов:

- 1) станок 16 находится в состоянии ожидания;
- 2) в бункере находится материал;
- 3) робот 15 вышел из рабочей зоны станка 16;
- 4) в рабочей части станка нет людей и посторонних предметов.

3. Выдать команду инсолематику 13 на начало изготовления кронштейнов:

- 1) станок 13 находится в состоянии ожидания;
- 2) в бункере находится материал;
- 3) робот 14 вышел из рабочей зоны станка 13;
- 4) в рабочей части станка нет людей и посторонних предметов.

4. Выдать команду термопласту 11 на начало изготовления перемычек:

- 1) станок 11 находится в состоянии ожидания;
- 2) в бункере находится материал;
- 3) в станке 11 установлена тара.
- 4) транспортер не работает;
- 5) тара не наполнена;
- 6) в рабочей части станка нет людей и посторонних предметов.

5. Выдать команду сушилке 19 на начало работы:

- 1) сушилка 19 выключена;
- 2) машина предварительного вспенивания 18 работает;
- 3) в первом из бункеров 17 недостаточно материала;
- 4) во втором из бункеров 17 недостаточно материала;
- 5) в третьем из бункеров 17 недостаточно материала;
- 6) в четвертом из бункеров 17 недостаточно материала.

6. Выдать команду машине предварительного вспенивания 18 на начало работы:

- 1) станок 18 выключен;
- 2) в бункере находится материал;
- 3) в машину подается пар;
- 4) в первом из бункеров 17 недостаточно материала;
- 5) во втором из бункеров 17 недостаточно материала;
- 6) в третьем из бункеров 17 недостаточно материала;
- 7) в четвертом из бункеров 17 недостаточно материала.

7. Выдать команду роботу 1 на загрузку правой части первой из машин формования 4 (для левой части С1, а также для С2, опрос аналогичный):

- 1) робот 1 находится в состоянии ожидания;
- 2) робот находится над рабочей зоной станка;
- 3) в схвате робота 1 кондуктор;
- 4) в рабочей зоне робота 3 нет людей и посторонних предметов;
- 5) машина формования находится в состоянии ожидания;
- 6) значение счетчика соответствует данной операции.

8. Выдать команду роботу 15 на разгрузку 1-го кронштейна термопластавтомата 16:

- 1) робот 15 находится в состоянии ожидания;
- 2) робот находится около рабочей зоны станка 16;
- 3) схват робота 15 пуст;
- 4) в рабочей зоне робота 15 нет людей и посторонних предметов;

5) станок 16 находится в состоянии ожидания.

9. Выдать команду роботу 15 на передачу одного кронштейна роботу 14:

1) робот 15 находится в состоянии ожидания;

2) робот находится около позиции передачи кронштейнов роботу 14;

3) в схвате робота 15 находится кронштейн;

4) робот 16 находится в состоянии ожидания в позиции передачи;

5) в рабочей зоне робота 15 нет людей и посторонних предметов.

10. Выдать команду роботу 14 на разгрузку одного кронштейна из инсолематика 13:

1) робот 14 находится в состоянии ожидания;

2) робот находится около рабочей зоны станка 13;

3) схват робота 14 пуст;

4) в рабочей зоне робота 14 нет людей и посторонних предметов;

5) станок 13 находится в состоянии ожидания.

11. Выдать команду роботу 14 на загрузку одного кронштейна в кондуктор:

1) робот 14 находится в состоянии ожидания;

2) робот находится около конвейера 2;

3) в схвате робота 14 находится кронштейн;

4) конвейер находится в состоянии ожидания;

5) в рабочей зоне робота 14 нет людей и посторонних предметов;

6) кондуктор имеет свободные ячейки.

12. Выдать команду роботу 14 на захват одного кронштейна у робота 15:

- 1) робот 14 находится в состоянии ожидания;
- 2) робот находится около позиции передачи кронштейнов;
- 3) схват работа 14 пуст;
- 4) робот 15 находится в состоянии ожидания около позиции передачи, либо разгружает термопластавтомат 16;
- 5) в рабочей зоне работа 14 нет людей и посторонних предметов.

13. Выдать команду конвейеру 2 на перемещение на один шаг:

- 1) конвейер 2 находится в состоянии ожидания;
- 2) кондуктор наполнен;
- 3) робот 14 не находится в рабочей зоне кондуктора.

14. Выдать команду на открытие клапана к одному из бункеров 17:

- 1) один из бункеров 17 достиг минимального уровня количества материала;

15. Выдать команду на закрытие клапана к одному из бункеров 17:

- 1) один из бункеров 17 полностью заполнен;

16. Выдать команду одному из конвейеров системы конвейеров 4, работающему с машиной формования начать работу:

- 1) конвейер находится в состоянии ожидания;
- 2) машина формования произвела разгрузку панелей.

17. Выдать команду четвертому конвейеру системы конвейеров 4, работающему с термопластавтоматом начать работу (прямой ход):

- 1) конвейер находится в состоянии ожидания;
- 2) тара полностью заполнена.

18. Выдать команду четвертому конвейеру системы конвейеров 4, работающему с термопластавтоматом начать работу (обратный ход):

- 1) конвейер находится в состоянии ожидания;
- 2) оператор установил на конвейер пустую тару.

19. Выдать команду на открытие клапана к одному из бункеров 21 машин формования:

1) один из бункеров 17 полностью наполнен и находится в состоянии ожидания;

2) один из бункеров 21 достиг минимального уровня количества материала.

20. Выдать команду на включение аварийной сирены и остановку работы ГАК:

1) подан сигнал об аварийной ситуации.

Возможные типы аварийных ситуаций:

- нет подачи пара к станкам;
- нет подачи воды к станкам;
- бункер вылеживания переполнен;
- отсутствует материал в бункерах станков в начале работы ГАК;
- в машине формования застряла панель;
- не все кронштейны загружены в пресс-форму;
- в рабочей зоне роботов находятся люди или посторонние предметы;
- в рабочей зоне станков находятся люди или посторонние предметы;
- закончилась пленка у паллетообмотчика;
- невозможно разжать схват;
- станок выключен, хотя время на обработку еще идет;
- станок или робот превысил лимит времени работы;
- транспортер не сработал, робот пытается загрузить кронштейн в заполненный кондуктор;
- робот превысил лимит времени нахождения в рабочей зоне станка;
- не подается пар на машины формования 4;
- не подается вода на один из термопластов или инсолематик;

4.2 Обозначение сигналов с датчиков аргументами

X1 – робот 1 включен и выполняет какие-либо действия;

X2 – схват робота 1 свободен и разжат;

X3 – рука робота 1 находится около рабочей зоны первой из машин формования 3;

X4 – рука робота 1 находится около рабочей зоны второй из машин формования 3;

X5 – рука робота 1 находится около рабочей зоны третьей из машин формования 3;

X6 – в рабочей зоне робота 1 находятся люди или посторонние предметы;

X7 – робот 15 включен и выполняет какие-либо действия;

X8 – схват робота 15 свободен и разжат;

X9 – рука робота 15 находится около рабочей зоны термопластавтомата 16;

X10 – рука робота 15 находится около позиции передачи кронштейнов;

X11 – исправность систем робота 15;

X12 – робот 14 включен и выполняет какие-либо действия;

X13 – схват робота 14 свободен и разжат;

X14 – рука робота 14 находится около рабочей зоны инсолематика 13;

X15 – рука робота 14 находится на позиции передачи;

X16 – рука робота 14 находится около рабочей зоны кондуктора;

X18 – первая из машин формования 3 находится в состоянии ожидания;

X19 – вторая из машин формования 3 включена в состоянии ожидания;

X20 – третья из машин формования 3 включена в состоянии ожидания;

X21 – термопластавтомат 16 находится в состоянии ожидания;

X22 – инсолематик 13 находится в состоянии ожидания;

X23 – исправность систем инсолематика 13;

X24 – кронштейны установлены в пресс-форму 1-ой из машин формования 3;

X25 – кронштейны установлены в пресс-форму 2-ой из машин формования 3;

X26 – кронштейны установлены в пресс-форму 3-ей из машин формования 3;

X33 – в первом из бункеров 21 есть материал;

X34 – во втором из бункеров 21 есть материал;

- X35 – в третьем из бункеров 21 есть материал;
- X36 – состояние счетчика для машин формования;
- X37 – в рабочей зоне робота 14 находятся люди или посторонние предметы;
- X38 – в рабочей зоне робота 15 находятся люди или посторонние предметы;
- X39 – исправность систем робота 1;
- X40 – исправность систем робота 14;
- X41 – исправность систем машин формования 3;
- X42 – в рабочей зоне первой из машин формования 3 находятся люди или посторонние предметы;
- X43 – в рабочей зоне второй из машин формования 3 находятся люди или посторонние предметы;
- X44 – в рабочей зоне третьей из машин формования 3 находятся люди или посторонние предметы;
- X45 – в бункере термопласта 16 находится материал;
- X46 – термопласт 11 находится в состоянии ожидания;
- X47 – в рабочей зоне термопласта 16 находятся люди или посторонние предметы;
- X48 – в бункере инсолематика 13 есть материал;
- X49 – исправность систем термопласта 16;
- X50 – в рабочей зоне инсолематика 13 находятся люди или посторонние предметы;
- X51 – в бункере термопласта 11 есть материал;
- X52 – исправность система термопласта 11;
- X53 – в рабочей зоне термопласта 11 находятся люди или посторонние предметы;
- X54 – четвертый из транспортеров системы транспортеров 4 не работает;
- X55 – в термопласте 11 установлена тара;

X56 – оператор установил пустую тару для перемычек на четвертый транспортер системы транспортеров 4;

X57 – машина предварительного вспенивания 18 работает;

X58 – четвертый транспортер системы транспортеров 4 находится в состоянии ожидания;

X59 – исправность системы транспортеров 4;

X60 – в бункере машины предварительного вспенивания 18 находится материал;

X61 – включить машину предварительного вспенивания 18;

X62 – сушилка 19 выключена;

X63 – в первом из бункеров 17 недостаточно материала;

X64 – во втором из бункеров 17 недостаточно материала;

X65 – в третьем из бункеров 17 недостаточно материала;

X66 – в четвертом из бункеров 17 недостаточно материала;

X67 – первый из бункеров 17 полностью загружен;

X68 – второй из бункеров 17 полностью загружен;

X69 – третий из бункеров 17 полностью загружен;

X70 – четвертый из бункеров 17 полностью загружен;

X71 – первый из бункеров 17 можно разгружать;

X72 – второй из бункеров 17 можно разгружать;

X73 – третий из бункеров 17 можно разгружать;

X74 – четвертый из бункеров 17 можно разгружать;

X75 – исправность машины предварительного вспенивания 18;

X76 – стопка панелей наполнена;

X77 – исправность транспортера 2;

X79 – тара для термопласта 11 полностью заполнена;

X80 – оператор установил на четвертый конвейер системы конвейеров 4 пустую тару;

X81 – в машину предварительного вспенивания 18 подается пар;

X82 – машина предварительного вспенивания 18 выключена;

- X83 – транспортер 2 находится в состоянии ожидания;
- X84 – счетчик кондуктора не равен 8;
- X85 – первая из машин формования 3 произвела разгрузку;
- X86 – вторая из машин формования 3 произвела разгрузку;
- X87 – третья из машин формования 3 произвела разгрузку;
- X88 – Т1 системы транспортеров 4 находится в состоянии ожидания;
- X89 – Т2 системы транспортеров 4 находится в состоянии ожидания;
- X90 – Т3 системы транспортеров 4 находится в состоянии ожидания;
- X91 – прерывание работы с операторского пульта;
- X92 – у паллетообмотчика 6 закончилась пленка.

4.3 Обозначение команд контроллера оборудования функциями

- Y1 – выдать команду С1 на начало изготовления панелей;
- Y2 – выдать команду С2 на начало изготовления панелей;
- Y3 – выдать команду С3 на начало изготовления панелей;
- Y4 – выдать команду С4 на начало изготовления кронштейнов;
- Y5 – выдать команду С5 на начало изготовления кронштейнов;
- Y6 – выдать команду С6 на начало изготовления перемычек;
- Y7 – выдать команду С8 на начало работы;
- Y8 – выдать команду Р3 на загрузку правой части С1;
- Y9 – выдать команду Р3 на загрузку левой части С1;
- Y10 – выдать команду Р3 на загрузку правой части С2;
- Y11 – выдать команду Р3 на загрузку левой части С2;
- Y12 – выдать команду Р3 на переход к Т5;
- Y13 – выдать команду Р3 на разгрузку Т5;
- Y14 – выдать команду Р3 на переход к С3;
- Y15 – выдать команду Р3 на переход к С4;
- Y16 – выдать команду Р3 на возврат к станку;
- Y17 – выдать команду Р1 на разгрузку С1 (левый кронштейн);
- Y18 – выдать команду Р1 на разгрузку С1 (правый кронштейн);

У19 – выдать команду Р1 на переход к Т5;
У20 – выдать команду Р1 на переход к С1;
У21 – выдать команду Р1 на переход к ПП;
У22 – выдать команду Р1 на разгрузку Р2;
У23 – выдать команду Р1 на загрузку 1 кронштейна в кондуктор;
У24 – выдать команду Р1 на загрузку 2 кронштейна в кондуктор;
У25 – выдать команду Р1 на загрузку 3 кронштейна в кондуктор;
У26 – выдать команду Р1 на загрузку 4 кронштейна в кондуктор;
У27 – выдать команду Р1 на загрузку 5 кронштейна в кондуктор;
У28 – выдать команду Р1 на загрузку 6 кронштейна в кондуктор;
У29 – выдать команду Р1 на загрузку 7 кронштейна в кондуктор;
У30 – выдать команду Р1 на загрузку 8 кронштейна в кондуктор;
У31 – выдать команду на перемещение Т5 на один шаг;
У32 – выдать команду на перемещение Т5 на три шага;
У33 – выдать команду Р1 на загрузку 1 кронштейна в кондуктор;
У34 – выдать команду Р1 на загрузку 2 кронштейна в кондуктор;
У35 – выдать команду Р1 на загрузку 3 кронштейна в кондуктор;
У36 – выдать команду Р1 на загрузку 4 кронштейна в кондуктор;
У37 – выдать команду Р1 на загрузку 5 кронштейна в кондуктор;
У38 – выдать команду Р1 на загрузку 6 кронштейна в кондуктор;
У39 – выдать команду Р2 на переход к С2;
У40 – выдать команду Р2 на загрузку Р1;
У41 – выдать команду Р2 на переход к ПП;
У42 – выдать команду Р2 на разгрузку С2 кронштейн 1;
У43 – выдать команду Р2 на разгрузку С2 кронштейн 2;
У44 – выдать команду Р2 на разгрузку С3 кронштейн 1;
У45 – выдать команду Р2 на разгрузку С4 кронштейн 1;
У46 – выдать команду Т4 на перемещение тары;
У47 – выдать команду Т4 на возврат тары;
У48 – выдать команду на включение сушилки;

- Y49 – выдать команду на открытие клапана к первому из бункеров 17;
- Y50 – выдать команду на открытие клапана ко второму из бункеров 17;
- Y51 – выдать команду на открытие клапана к третьему из бункеров 17;
- Y52 – выдать команду на закрытие клапана к первому из бункеров 17;
- Y53 – выдать команду на закрытие клапана ко второму из бункеров 17;
- Y54 – выдать команду на закрытие клапана к третьему из бункеров 17;
- Y55 – выдать команду T1 системы транспортеров 4 на начало работы;
- Y56 – выдать команду T2 системы транспортеров 4 на начало работы;
- Y57 – выдать команду на выключение оборудования;
- Y58 – выдать команду T3 системы транспортеров 4 на начало работы;
- Y59 – выдать команду на закрытие клапана к бункеру машины формования 3;
- Y60 – выдать команду на включении парогенератора;
- Y61 – выдать команду на выключении парогенератора;
- Y62 – выдать команду на включение оборудования;
- Y63 – выдать команду на выключение сушилки;
- Y64 – выдать команду на выключение C8;
- Y65 – выдать команду на открытие клапана к четвертому из бункеров 17;
- Y66 – выдать команду на закрытие клапана к четвертому из бункеров 17.
- Y67 – выдать команду на открытие клапана к бункеру машины формования 1;
- Y68 – выдать команду на открытие клапана к бункеру машины формования 2;
- Y69 – выдать команду на открытие клапана к бункеру машины формования 3;
- Y70 – выдать команду на закрытие клапана к бункеру машины формования 1;
- Y71 – выдать команду на закрытие клапана к бункеру машины формования 2;
- Y72 – выдать команду P3 на загрузку T5;

Y73 – выдать команду на включение аварийной сирены и остановку работы ГАК.

4.4 Разработка основной логико-математической модели

Разработаем логико-математическую модель процесса управления. Для этого для каждого выходного сигнала системы управления второго уровня составим условие его выдачи.

Таблица 4.1 – Условия выдачи выходных сигналов

Выходной сигнал	Условие возникновения
Y1	$X_{18} \cdot X_{24} \cdot X_3 \cdot X_{33} \cdot \overline{X_{42}}$
Y2	$X_{19} \cdot X_{25} \cdot X_4 \cdot X_{34} \cdot \overline{X_{43}}$
Y3	$X_{20} \cdot X_{26} \cdot X_5 \cdot X_{35} \cdot \overline{X_{44}}$
Y4	$X_{21} \cdot X_{45} \cdot X_9 \cdot \overline{X_{47}}$
Y5	$X_{22} \cdot X_{48} \cdot X_{14} \cdot \overline{X_{50}}$
Y6	$X_{46} \cdot X_{51} \cdot X_{55} \cdot \overline{X_{53}} \cdot X_{54} \cdot \overline{X_{79}}$
Y7	$X_{60} \cdot X_{81} \cdot X_{82} \cdot \overline{X_{63} + X_{64} + X_{65} + X_{66}}$
Y8	$\overline{X_1} \cdot X_3 \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_6} \cdot X_{18} \cdot X_{37}$
Y9	$\overline{X_1} \cdot X_3 \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_6} \cdot X_{18} \cdot X_{37}$
Y10	$\overline{X_1} \cdot X_4 \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_6} \cdot X_{19} \cdot X_{37}$
Y11	$\overline{X_1} \cdot X_4 \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_6} \cdot X_{19} \cdot X_{37}$
Y17	$\overline{X_{12}} \cdot X_{14} \cdot X_{13} \cdot \overline{X_{37}} \cdot X_{22}$
Y22	$\overline{X_{12}} \cdot X_{15} \cdot X_{13} \cdot (X_9 + X_{10}) \cdot \overline{X_{37}}$
Y23	$\overline{X_{12}} \cdot X_{16} \cdot \overline{X_{13}} \cdot X_{83} \cdot \overline{X_{37}} \cdot X_{84}$
Y31	$X_{83} \cdot \overline{X_{84}} \cdot \overline{X_{16}}$
Y40	$\overline{X_7} \cdot X_{10} \cdot \overline{X_8} \cdot \overline{X_{12}} \cdot X_{15} \cdot \overline{X_{38}}$
Y42	$\overline{X_7} \cdot X_9 \cdot X_8 \cdot X_{21} \cdot \overline{X_{38}}$
Y46	$X_{79} \cdot X_{58}$
Y47	$X_{56} \cdot X_{58}$
Y48	$X_{57} \cdot X_{62} \cdot \overline{X_{63} + X_{64} + X_{65} + X_{66}}$
Y49	X_{63}
Y52	X_{67}
Y56	$X_{85} \cdot X_{88}$
Y67	$\overline{X_{67} + X_{68} + X_{69} + X_{70}} \cdot \overline{X_{33} \cdot X_{34} \cdot X_{35}}$
Y70	$X_{33} + X_{34} + X_{35}$

Y59	$X_6 + X_{37} + X_{38} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{47} + X_{53} + \overline{X_{11}} + \overline{X_{23}} + \overline{X_{39}} +$ $+ \overline{X_{40}} + \overline{X_{41}} + \overline{X_{49}} + \overline{X_{52}} + \overline{X_{59}} + \overline{X_{75}} + \overline{X_{77}} + X_{92}$
-----	---

4.5 Создание алгоритма управления

Сущность алгоритма управления заключается в том, что по данным датчиков, состоянию таймеров и счетчиков контроллер определяет текущее состояние ГАУ и выдает соответствующие команды. Алгоритм управления состоит из нескольких функциональных блоков, каждый из которых отвечает за работу конкретного оборудования. Контроллер поочередно обращается к функциональным блокам. После выполнения какого-либо действия в одном блоке, он выходит из него и переходит к следующему.

5 Разработка системы управления ГАУ

5.1 Формирование задания на разработку

Характеристика объекта управления:

В ГАУ входят: 3 машины формования АПН 7.034.000.000; термопластавтомат ДЕ 3132; термопластавтомат ДЕ 3330.Ф1; машина Инсолематик 150; паллетообмотчик HELIX HS 30; ПП портального типа RoboFlex RF-4; ПП портального типа FANUC M-16iB/10LT; ПП Wittmann W721UHS.

Масса изделия – 1,35 кг

Время цикла изготовления – 2,7 мин

За цикл изготавливается 4 детали

Требования к СУ ГАУ:

- УУ второго уровня должно обеспечивать оперативное управление комплексом (диспетчеризация);
- интерфейс связи 1-го и 2-го уровня управления наряду с высоким быстродействием должен иметь низкие затраты кабельной продукции;
- алгоритм оперативного управления, кроме реализации требуемой циклограммы с учетом входа и выхода из цикла, должен исключать холостую работу оборудования вследствие неочувствленности робота и обеспечивать вывод комплекса из детерминированных нештатных ситуаций;
- простота встраивания в СУ ГПС цеха или участка.

Таблица 5.1 – Стандартные УУ оборудования ГАУ

Оборудование	Модель УУ
машины формования АПН 7.034.000.000	Автоматическая СУ завода изготовителя
Термопластавтомат ДЕ 3330.Ф1, Термопластавтомат ДЕ 3132.	Автоматическая СУ завода изготовителя
Паллетообмотчик HELIX HS 30	PLC SIEMENS S7 200
ПП RoboFlex RF-4, ПП Wittmann W721UHS	ABB IRC5
ПП FANUC M-16iB/10LT	Fanuc R-30iA

5.1.1 Штатные режимы работы ЛСУ

Управление основным и вспомогательным технологическим оборудованием осуществляется посредством использования локальных систем управления.

Рассмотренные выше штатные устройства управления затрудняют создание двухуровневой СУ т.к. их интеграция в единую систему невозможна. Кроме того, эти устройства не имеют канала связи с верхним уровнем управления.

Таким образом, нельзя организовать распространенную в настоящее время магистральную топологию системы управления участком в целом. Поэтому было принято решение модернизировать оборудование путем замены устаревших отечественных устройств и систем на современные системы управления УС04Д.

Система УС04Д управления предназначена для:

- управления рабочим циклом литьевых машин серий ДЕ, ДК, ДХ, а также другого промышленного оборудования;
- управления рабочими циклами дополнительного оборудования;
- автоматического регулирования температуры в материальном цилиндре и сопле литьевой машины;
- автоматического регулирования температуры в каналах горячеканальных литейных форм.

Конструктивно система представляет собой комплект модулей, размещаемых на литьевой машине и связанных между собой последовательным каналом передачи данных.

Управление компонентами системы производится через стандартный канал связи – совместимость с различными промышленными контроллерами и ПЭВМ благодаря использованию распространенного и несложного в использовании канала RS485.

Для организации управления литьем деталей на литьевой машине Инсолематик используется фирменная система управления. СУ станком

позволяет создать двухуровневую СУ, полностью нас удовлетворяет и будет сохранена.

В задачи ЛСУ станков входит

- диагностика состояния работоспособности оборудования;
- загрузка управляющих программ на обработку детали (включение оборудования);
- контроль качества обработки детали с соблюдением технологического регламента;
- информирование системы управления более высокого уровня об окончании обработки для необходимости разгрузки/загрузки следующей заготовки.

Роботы снабжены системами управления ABB IRC5 и Fanuc R-30iA.

В задачи ЛСУ роботов входит:

- периодическая диагностика состояния робота;
- разгрузка/загрузка (ротация схвата, фиксация заготовок в схвате) роботом обслуживающих им оборудования;
- перемещение робота относительно позиций приема/подачи заготовок.

5.1.2 Нештатные ситуации ЛСУ

Одним из ограничений задачи управления ГАУ является заданный технологический регламент, при несоблюдении которого осуществляется останов всего комплекса с целью выявления неисправности (проведения диагностики) и последующей переналадки.

Возможна ситуация выхода из строя управляемого технологического оборудования. В этом случае включается режим аварийного состояния участка с сообщением оператору ГАУ. Производится автоматический останов работы ГАУ.

Появление посторонних предметов (людей) в рабочей зоне станков и роботов, т.е. нарушение общего защитного светового барьера также свидетельствует о возникновении аварийной ситуации на участке.

Таким образом, в любом случае при появлении нештатной ситуации система управления сигнализирует об этом оператору.

5.1.3 Декомпозиция задачи

Общая задача управления технологическим процессом представляет собой совокупность подзадач управления конкретными единицами технологического оборудования посредством передачи соответствующих сигналов от ЛСУ оборудования к системе управления участка второго уровня. В системе присутствуют 6 станков и 3 робота, поэтому можно выделить две основные задачи управления:

1. организация изготовления изделий на станках;
2. организация процесса обслуживания роботами, закрепленных за ними технологических оборудований.

Определим условия выполнения данных задач.

1. Для запуска программы изготовления изделий на любом из представленных станков обязательно выполнение условий:

- ограждения рабочего пространства станков и роботов не нарушено;
- наличие материала в бункере;
- исправности всех систем оборудования;
- наличие изделий на технологических позициях;
- отсутствия операторского запрета операции;
- отсутствия автоматического режима останова работы всего участка.

Об окончании обработки заготовки свидетельствуют дискретные сигналы о завершении операции обработки и разрешенного доступа в рабочее пространство оборудования, посылаемые ЛСУ системе второго уровня.

2. Обслуживание роботом оборудования для разгрузки возможно при условиях:

- робот ожидает следующую команду;
- позиционирования на месте разгрузки оборудования;
- схват робота пуст;
- ограждения рабочего пространства станков и роботов не нарушено;

- оборудование находится в режиме ожидания разгрузки;
- исправности всех систем робота (механизмы схвата, ротации, системы приводов);
- отсутствия операторского запрета на выполнение операции;
- отсутствия автоматического режима останова работы всего участка.

Для загрузки оборудования необходимо соблюдение следующих требований:

- робот ожидает следующую команду;
- позиционирования на месте загрузки оборудования;
- наличие изделий в схвате робота;
- ограждения рабочего пространства станков и роботов не нарушено;
- оборудование находится в режиме ожидания загрузки;
- исправности систем робота (механизмы схвата, ротации, системы приводов);
- отсутствия операторского запрета на выполнение операции;
- отсутствия автоматического режима останова работы всего участка.

Ниже рассмотрим используемые на данном участке средства съема, передачи, обработки информации и выдачи управляющих воздействия, а также средства исполнения управления. Определим основные входные и выходные данные для системы управления участком второго уровня.

5.2 Средства реализации управления

Идеология организации сетевой структуры СУ основана на том, что системы управления станков и роботов обслуживают датчики состояния станка и робота, датчики положения всех механизмов станков и роботов, а также имеют развитое программное обеспечение диагностики станочного оборудования и механизмов робота. Последнее обеспечивает формирование интегральной оценки состояния оборудования, которая используется как осведомительный сигнал для контроллера 2-ого уровня управления. Кроме того, сигналы выполнения и исполнения программ станков и роботов также являются осведомительными.

Таким образом, для обслуживания контроллером 2-ого уровня решено использовать следующие датчики: состояния зажимных приспособлений станков, наличия или отсутствия на позициях выдачи и накопления заготовок (деталей). В качестве датчиков используются интеллектуальные датчики, подключаемые к сети Profibus DP через малогабаритные станции распределенного ввода вывода Simatic ET200es, ультразвуковой датчик по технологии IQ-Sense серии Sonar-Bero Simatic PXS300. Для поддонов накопления/выдачи применяются видео-датчик технического зрения VS120 со встроенным интерфейсом Profibus DP. Для определения уровня полимера (материала) в бункерах используются ультразвуковые уровнемеры UP-40-15, оснащенные интерфейсом RS-485 и использующие протокол MODBUS. Для измерения избыточного давления жидкой и газообразной среды в машинах литья под давлением используются датчики давления, оснащенные интерфейсом RS-485 и использующие протокол MODBUS. Для оценки состояния ограждения используются световой барьер Simatic FS200 со встроенным AS-интерфейсом.

Для подключения устройств имеющих протоколом MODBUS к сети ROFIBUS-DP используется шлюз ROFIBUS/Modbus GW-7552.

В качестве устройства управления 2-ого уровня выбираем ПЛК Simatic S7-300.

В целом структура АСУ ГАУ представляет собой двухуровневую систему, на нижнем уровне которой решаются задачи локального управления исполнительными механизмами (станками и роботами), а на верхнем – выполняются функции по координации работы нижнего уровня.

5.2.1 ПЛК Simatic S7-300

SIMATIC S7-300 – это модульные программируемые контроллеры, работающие с естественным охлаждением. Модульная конструкция, возможность построения распределенных структур управления, наличие дружественного пользователю интерфейса позволяет использовать контроллер

для решения задач автоматического управления в различных областях промышленного производства.

Необходимо чтобы в состав контроллера входили:

- блок питания,
- коммуникационный процессор,
- центральный процессор,
- блок дискретных входов и выходов.

В состав контроллера входят следующие модули:

- CPU 315-2 DP: центральный процессор со встроенными интерфейсами MPI и PROFIBUS DP;

- коммуникационный процессор CP 342-5, предназначенный для подключения программируемых контроллеров SIMATIC S7-300 к сети PROFIBUS DP;

- коммуникационный процессор CP 343-1 предназначен для подключения программируемого контроллера SIMATIC S7-300 к сети Industrial Ethernet;

- коммуникационный модуль CP 343-2 выполняет функции ведущего устройства AS-Interface.

Подключим к контроллеру графическую панель оператора SIMATIC OP37.

Панель оператора SIMATIC OP37 связывается с контроллером S7-300 по интерфейсу RS 232C.

5.2.2 Локальные СУ

Каждое технологическое оборудование оснащено своей локальной системой управления, которая обеспечивает весь комплекс необходимых действий для успешного ведения техпроцесса на закрепленном за ней оборудовании.

Машины формования и литьевые машины ДЕ оснащены системой управления УС04Д.

Система управления состоит из нескольких блоков. В базовой комплектации в нее входят пульт управления, модуль сбора данных и управления УСЗ-96 (блок управления), модуль удаленного сбора данных US7018 (термометр). Обмен данными и командами между пультом оператора, блоком управления и термометром осуществляется посредством канала RS485.

Система управления УС04Д интегрируется в АСУ ГАУ по сети PROFIBUS DP.

5.2.3 Логические модули LOGO!



Рисунок 5.1 – Логические модули LOGO!

На спроектированном ГАУ в состав модулей входят:

- логические модули LOGO!Basic;
- модули ввода-вывода дискретных сигналов DM8/DM16;
- блоки питания LOGO!Power;
- коммуникационные модули AS-Interface.

На ГАУ логические модули LOGO управляют системами конвейеров, пошаговым транспортером, машиной предвспенивания и системой палетирования готовых изделий.

5.2.4 Интеллектуальные датчики

Датчик давления



Рисунок 5.2 – Датчик давления

Датчик давления предназначен для измерения избыточного давления жидкой или газообразной среды и преобразования его в электрический цифровой выходной сигнал. Используется интерфейс RS485(протокол MODBUS, PROFIBUS-DP), либо интерфейс CAN(протокол CANOpen).

Ультразвуковой уровнемер УР-40-15



Рисунок 5.3 – Ультразвуковой уровнемер УР-40-15

Ультразвуковой уровнемер УР-40-15 предназначен для измерения уровня жидких и сыпучих продуктов в открытых и закрытых резервуарах. Обеспечивает непрерывный контроль уровня границы раздела воздух-жидкая (сыпучая) среда, сигнализацию верхних и нижних границ уровня, контроль параметров преобразователя, линии связи и индикатора. Производится автоматическая коррекция скорости ультразвука. Используется интерфейс RS485(протокол MODBUS, PROFIBUS-DP), либо интерфейс CAN(протокол CANOpen).

Ультразвуковой датчик PXS300

УЗД Simatic PXS300 3SF6232-3JA00 – датчик отражающего действия. Обнаруживаемый объект действует как отражатель. Если он находится в установленной коммутационной зоне, эхо от этого предмета вызывает срабатывание.



Рисунок 5.4 – Ультразвуковой датчик PXS300

Датчик технического зрения Simatic VS120



Рисунок 5.5 – Датчик технического зрения Simatic VS120

Встроенный интерфейс PROFIBUS позволяет осуществлять дистанционное управление работой датчика, а также передавать ведущему DP-устройству результаты анализа видеоизображения. Головка сенсора встроена в излучатель-блок обработки видео изображений. Управление режимами работы SIMATIC VS120 может осуществляться дистанционно с помощью программируемого контроллера. Связь между контроллером и датчиком осуществляется через сеть PROFIBUS-DP

Световой барьер FS 200 со встроенным ASi интерфейсом



Рисунок 5.5 – Световой барьер FS 200

Это бесконтактные устройства защиты от доступа для опасных зон, опасных помещений и пунктов входа. Когда световой луч прерывается, выдается сигнал для прерывания перемещения механизированного оборудования.

Станция распределенного ввода-вывода ET 200ес0



Рисунок 5.6 – Станция распределенного ввода-вывода ET 200ес0

Подключение к PROFIBUS DP может выполняться через круглые соединители M12 или через стандартные гибридные порты ECOFAST.

Настройка параметров станции ET 200ес0 выполняется из среды COM PROFIBUS или STEP 7.

5.3 Разработка структурно-функциональной схемы СУ ГАУ

Структурно-функциональная схема СУ ГАУ реализована в виде двух основных промышленных сетей, включающих в себя сеть полевого уровня по стандарту PROFIBUS-DP и сеть AS-интерфейса – сеть для подключения светового барьера. Дополнительно для решения задач загрузки управляющих программ и организации обмена информацией с цеховым уровнем используется сеть Industrial Ethernet.

5.3.1 Сеть PROFIBUS-DP

Связь с полевым уровнем используется для обслуживания систем распределенного ввода-вывода, а также устройств и систем человеко-машинного интерфейса.

Протокол PROFIBUS-DP ориентирован на организацию скоростного циклического обмена небольшими объемами данных между сетевыми устройствами. Функции активных устройств выполняют системы автоматизации, устройства и системы человеко-машинного интерфейса, обслуживающие системы. В качестве пассивных устройств используются станции распределенного ввода-вывода SIMATIC ET 200, а также аппаратура полевого уровня с встроенными интерфейсами PROFIBUS-DP (датчики,

регуляторы, преобразователи частоты, устройства плавного пуска, коммутационная аппаратура и т.д.

Сеть PROFIBUS используется для организации обмена данными между интеллектуальными сетевыми устройствами

5.3.2 AS интерфейс

AS-интерфейс – это сеть полевого уровня, позволяющая объединять датчики и приводы различного назначения. Питание сетевых компонентов и передачу данных обеспечивает один и тот же двухжильный кабель.

5.3.3 Industrial Ethernet

Это промышленная сеть верхних уровней управления, отвечающая требованиям Ethernet.

В электрических сетях с классической магистральной структурой в качестве каналов связи используются триаксиальные кабели. Сеть включает в свой состав несколько сегментов. Протяженность каждого сегмента может достигать 500 м. К одному сегменту можно подключать до 100 трансиверов. Если длины одного сегмента не хватает, то через повторители можно подключать дополнительные сегменты.

Для подключения терминалов к электрическим сетям применяются электрические модули связи ELM и промышленные витые пары (ИТР).

5.3.4 Выбор топологии связей

В разрабатываемой системе управления предлагается использовать магистральную структуру, соответствующую топологии «шина». Здесь наиболее просто реализуется передача информации между абонентами и значительно облегчается модернизация, в частности, подключение дополнительного оборудования. Сохраняя преимущества кольцевой топологии, магистральная структура обладает относительной независимостью системы в целом от работы ее отдельных элементов и является более экономичной с точки зрения аппаратных затрат.

5.3.5 Аппаратная системная интеграция

Объединение СУ станков и роботов в сеть Profibus DP осуществляется с помощью соответствующих модулей (все оборудование поддерживает протоколы Profibus-DP).

Аналогично в отмеченные сети интегрирован и контроллер 2-ого уровня S7-300: Profibus DP – CP342-5; Ethernet – CP 343-1; AS-i – CP342-2.

Световой барьер FS200 и логические модули LOGO! подключаются к сети AS-i непосредственно.

В качестве компонентов человеко-машинного интерфейса используются панель оператора OP037 и программатор PG 720.

5.3.6 Сетевые компоненты

Физическое подключение СЧПУ к Profibus DP осуществляется с помощью сетевого терминала RS485 6GK1500-0AB00; к Ethernet – трансивера 6GK1901-0AA00-0AA0.

Трансивер 6GK1110-0AA00 служит для связи сегментов сети Industrial Ethernet.



Рисунок 5.7 – Повторитель 6GK1110-0AA00

Повторители для Industrial Ethernet служат для увеличения протяженности сети, гальванической изоляции между сегментами.



Рисунок 5.8 – Повторитель Industrial Ethernet

Сетевые терминальные устройства служат для подключения сетевых узлов PROFIBUS с интерфейсом RS 485 к сегменту электрической сети PROFIBUS.



Рисунок 5.9 – Сетевое терминальное устройство

Шлюз PROFIBUS/Modbus GW-7552 служит для подключения датчиков давления с протоколом Modbus к сети PROFIBUS.



Рисунок 5.10 – Шлюз PROFIBUS/Modbus

Заключение

Результатами разработки данной работы является создание модернизированного участка, внедрение в него автоматизации, уменьшение количества работников до 2-3 человек за смену. Участок способен производить до 250000 деталей типа «плита» в год. Разработан прогрессивный технологический маршрут изготовления плиты. Для работы участка было отобрано современное основное и вспомогательное технологическое оборудование и произведена его компоновка.

Спроектирован кондуктор для установки переключек.

Разработан алгоритм управляющей программы.

Список использованных источников

1. Беянина, П.Н. Гибкие производственные комплексы [Текст] / П.Н. Беянина, В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 2004. – 384 с.
2. Боровский, Г.В. Справочник инструментальщика [Текст] / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с.
3. Вороненко, В.П. Технологические основы гибких производственных систем [Текст] / В.П. Вороненко, В.Н. Брюханов. – СПб.: Оникс, 2000. – 64 с.
4. Гавриш, А.П. Роботизированные механообрабатывающие комплексы машиностроительного производства [Текст] / А.П. Гавриш.– К.: Техника, 2004. – 198 с.
5. Горлов, Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов [Текст]: Учебник / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, А.А. Устенко. – М.: Стройиздат, 2000. – 201 с.
6. Грачев, Л.Н. Автоматизированные комплексы механической обработки валов с использованием промышленных роботов [Текст]: Метод. рекомендации ЭНИМС / Л.Н. Грачев. – М.: 2003. – 64 с.
7. Грачев, Л.Н. Автоматизированные участки для точной размерной обработки деталей [Текст] / Л.Н. Грачев. – М.: Машиностроение, 2000. – 240 с.
8. Дащенко, А.И. Проектирование автоматических линий [Текст] / А.И. Дащенко. – М.: Высшая школа, 2003. – 328 с.
9. Довбня, А.Н. Роботизированные технологические комплексы в ГПС [Текст] / Н.М. Довбня, А.Н. Кондратьев, Е.И. Юревич. – СПб.: Оникс, 2000. – 64 с.
10. Ермаков, Е.С. Гибкие производственные системы электронной техники [Текст] / Е.С. Ермаков. – СПб.: Оникс, 2006. – С. 54-66.
11. Китайцев, В.А. Технология теплоизоляционных материалов [Текст] / В.А. Китайцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 168 с.
12. Константинопуло, Г.С. Механическое оборудование заводов железобетонных изделий и теплоизоляционных материалов [Текст] / Г.С. Константинопуло. – М.: Машиностроение, 2003. – 197 с.

13. Кузнецова, Г.Ф. Справочник строителя. Тепловая изоляция [Текст] / Под ред. Г.Ф. Кузнецова. – М.: Стройиздат, 2005. – 78 с.
14. Лесной, Б.В. Технические измерения и приборы [Текст]: В 3-х ч. - Ч. 1: учеб. пособие / Б.В. Лесной, Е.В. Стегачев, И.Е. Грязное. ВолгГТУ. – Волгоград, 2006. – 80 с.
15. Майорова, С.А. Гибкое автоматическое производство [Текст] / С.А. Майорова, Г.В. Орловского. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 2005. – 376 с.
16. Мартынов, В.Д. Строительные машины и монтажное оборудование [Текст] / В.Д. Мартынов. – М.: Машиностроение, 2000. – 201 с.
17. Овчаренко, Е.Г. Вклад АО «Теплопроект» в создание новых теплоизоляционных материалов [Текст]: Монтажные и специальные работы в строительстве / Е.Г. Овчаренко, Н.А. Пахомов. М: Высшая школа, № 7, 2000. – 279 с
18. Полетаев, В.А. Разработка компоновки и планировки гибких производственных систем [Текст]: Методические указания / В.А. Полетаев. – СПб. : Азбука-Классика, 2009. С. 54-66.
19. Сапожников, М.Я. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов [Текст] / М.Я. Сапожников, Н.Е. Дроздов. – М.: Изд-во литературы по строительству, 2001. – 208 с.
20. Стружестрах, Е.Н. Справочник нормировщика-машиностроителя. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы [Текст] / Е.Н. Стружестрах. – М.: 2001. – 159 с.
21. Сухарев, М.Ф. Производство теплоизоляционных материалов и изделий [Текст] / М.Ф. Сухарев. – М.: Высшая школа, 2003. С. 24-36.
22. Таратынов, О.В. Проективные технологии машиностроения на ЭВМ [Текст]: Учебник для вузов / О.В. Таратынов, Б.М. Базров, В.В. Клепиков, О.А. Аверьянов и др. – М.: МГИУ, 2006. – 519 с.

23. Хафизова, Э.Н. Отделка фасадных плит декоративными покрытиями [Текст] / Э.Н. Хафизова, Е.А. Турнаева, Г.А.Зимакова // Известия вузов. Строительство, 2007. – № 10. – С. 34-38.
24. Черпакова, Б.И. Машиностроение. Энциклопедия [Текст] / Б.И. Черпакова, О.И. Аверьянов, Г.А. Адоян и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 232 с.
25. Шандров, А.Д. Технические средства автоматизации [Текст]: учебник для студ. высш. учеб.заведение / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
26. Шишмарёв, В.Ю. Автоматизация технологических процессов [Текст]: Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарёв. – Издательский центр «Академия», 2005. – 156 с.
27. Azar, Betty Schramper. Fundamentals of English Grammar [Text] / Betty Schramper Azar. - Longman, 2002. - 398 p.
28. Glazunov Y. Experimental researches of steel concrete columns at different ways of loading application [Text] / Y. Glazunov // Вестник ХНАДУ. – 2007. – №36. – 2 p.
29. Khmara L.A.Theoretical basis of calculating bulldozer with auger-type intensifier [Text] / L.A. Khmara, R.M. Krol // Вестник ХНАДУ. – 2007. – №38. – 4 p.
30. Lovejkin V.S. Position, force and impedance control in (non-)contact motion [Text] / Y.V. Chovnjuk, M.G. Dikterjuk // Вестник ХНАДУ. – 2007. – №38. – 150 p.
31. Redman, Stuart. English Vocabulary in Use. Pre-intermediate and intermediate [Text] / Stuart Redman. - Cambridge University Press, 2009. - 263 p.