

Аннотация

Название выпускной квалификационной работы «Гибкий автоматизированный комплекс для производства спойлера».

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 6 частей на 49 страницах машинописного текста. А также графической частью, выполненной на 7 листах формата А1.

Ключевым вопросом в выпускной квалификационной работе является теория и расчет технологического проекта с обоснованием выбора типа производства, разработкой технологического процесса, выбора технологического оборудования.

Первая глава моей выпускной квалификационной работы описывает цель, которая состоит в том, чтобы дать некоторую информацию о разработке перспективного технологического процесса изготовления детали, базируясь на современных достижениях автоматизации и механизации производства.

Вторая глава моей выпускной квалификационной работы фокусируется на особом уделении внимания служебному назначению детали, а так же характеристикам производства спойлера.

Третья глава моей выпускной квалификационной работы подробно описывает разработку усовершенствованного технологического процесса изготовления спойлера путём полного исключения человека из производства.

Четвёртая глава посвящена выбору основного и вспомогательного технологического оборудования. Внимание читателей акцентируется на преимуществах высокопроизводительного оборудования, а так же их технических характеристиках.

В пятой главе моей работы спроектирован автоматизированный комплекс для производства спойлера, а так же планировка комплекса, которая представлена в графической части работы.

В шестой главе проводится анализ объекта управления. Описываются задачи локальных систем управления, нештатные ситуации, средства реализации

управления. В конце исследования мы представляем модель управляющего процесса.

Таким образом, эти разработки приводят нас к выводу, что практическое значение полученных данных состоит в возможности повышения эффективности производства детали и качества сборки.

Abstract

The title of the graduation work is "Flexible Automated Complex for Production of Spoiler". This graduation work consists of 6 parts on 49 pages, also the graphic part executed on 7 sheets of the A1 format.

In the graduation work the main issue is the theory and calculation of the technological project with the rationale for choosing a type of production, the development of technological process and choice of a technological equipment.

The first part of the graduation work describes the goal, which is to give some information about the development of a promising technological process for part manufacturing, based on modern achievements in automation and mechanization of production.

The second part of the graduation work focuses on the special attention paid to the service purpose of the part, as well as on the characteristics of the production of the spoiler.

The third part of the graduation work describes in detail the development of an improved process technology for manufacturing of a spoiler by completely eliminating a person from production process.

The fourth part is devoted to the selection of the main and auxiliary technological equipment. Much attention is given to the advantages of high-performance equipment, as well as their technical characteristics.

In the fifth part of the work, an automated spoiler production complex was designed, also the layout of the complex, which is presented in the graphical part of the work.

In the sixth part, the control object is analyzed. The tasks of local control systems, emergency situations, means of implementing management are described. At the end of the study, we present the model of the control process.

Thus, these developments lead us to the conclusion that the practical significance of the obtained data is in the possibility of increasing the efficiency of production of parts and the quality of assembly.

Содержание

Введение	11
1. Цели и задачи работы.....	13
2. Анализ исходных данных	14
2.1 Служебное назначение детали.....	14
2.2 Характеристики производства спойлера.....	14
2.3 Состояние вопроса	15
3. Технологический процесс изготовления детали	17
4. Выбор технологического оборудования	19
4.1 Выбор основного оборудования	19
4.1.1 Экструзионно-выдувная установка KBS2-61/60.....	19
4.1.2 Вырубной станок фирмы «Таурас-Феникс»	21
4.1.3 Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ портального типа GDC	22
4.2 Выбор вспомогательного технологического оборудования	24
4.2.1 Промышленный робот ПРЦ-1.....	24
4.2.2 Прямой конвейер (транспортёр) с защитными бортами	25
4.3 Расчет вакуумного захватного устройства.....	26
4.3.1 Расчет равнодействующей силы внешних, отрывающих деталь от присоски, усилий	26
4.3.2 Расчет усилия удержания	27
4.3.3 Расчет площади присасывания и давления	30
5. Компоновка ГАК	32
6. Разработка системы управления ГАК	33
6.1 Анализ объекта управления	33
6.2 Постановочная задача проектирования АСУ ГАК.....	35
6.2.1 Задачи локальных систем управления.....	35
6.2.2 Нештатные ситуации и их отображение во внешнюю среду	35
6.3 Средства реализации управления	36
6.3.1 Обобщенная структура АСУ ГАК	36

6.3.2 Входные-выходные сигналы системы управления второго уровня.....	36
6.4 Модель управляющего процесса	38
6.4.1 Декомпозиция задачи	38
6.4.2 Идентификация данных	41
6.4.3 Представление задач управления логическими функциями	43
6.5 Структурная схема управления	43
6.5.1 Разработка системы управления.....	43
6.5.2 Устройства управления второго уровня.....	44
Заключение	46
Список использованных источников	47

Введение

Основным направлением развития промышленности является широкая автоматизация производственных процессов. Это особенно важно в крупносерийном и массовом производстве, где основное оборудование – это комплексные автоматические линии, участки и цехи.

Эффективность производства зависит во многом от ускорения научно-технического прогресса, повышения технико-экономического уровня производства, совершенствования структуры производства, внедрения организационных систем управления и совершенствование форм и методов организации производства.

Внедрение автоматизированных комплексов позволяет существенно повысить производительность, снизить себестоимость изготовления деталей, резко уменьшить трудоемкость обработки, производственные площади, численность персонала, повысить скорость производства, качество продукции и ритмичности ее выпуска.

Особенности организации массового и крупносерийного производства заключаются в том, что рабочие места удается специализировать для выполнения нескольких технологических операций наряду с универсальным применением специального оборудования и тем самым эффективно использовать производственные площади, снизить

Станки с ЧПУ позволяют сократить время изготовления продукции за счёт интенсификации работы, необходимо разрабатывать маршрутную и операционную технологии.

Необходимо подобрать наиболее подходящее оборудование для выполнения необходимых функций (станки, машины, роботы, транспортные устройства), но и рационально разместить (с точки зрения уменьшения занимаемой площади и снижения времени на межоперационную транспортировку заготовок), учитывая требования техники безопасности.

В данной бакалаврской работе разработан усовершенствованный типовой технологический процесс изготовления спойлера с годовым объемом выпуска деталей – 50000 штук.

Анализ базового техпроцесса выявил ряд недостатков: применяется не полностью автоматизированный технологический процесс, используемая оснастка не обладает достаточной механизацией и автоматизацией, отсутствует визуальный контроль за ходом производства. Следствием всего этого является низкая производительность выпускаемой продукции.

В работе сделана попытка устранить эти недостатки за счет подбора универсальных приспособлений, более производительного оборудования и исключения человека из процесса.

1 Цели и задачи работы

От качества изготовления спойлера зависит внешний вид автомобиля, воздействие на его аэродинамические свойства, поэтому необходимо совершенствовать и автоматизировать технологические процессы изготовления спойлера.

Целью данной работы является разработка перспективного технологического процесса изготовления детали, базируясь на современных достижениях автоматизации и механизации производства.

Задачи работы:

- 1) разработать перспективный техпроцесс изготовления детали;
- 2) выбрать средства технологического обеспечения и оборудование;
- 3) разработать необходимые приспособления;
- 4) разработать структурную схему размещения оборудования;
- 5) разработать систему управления;

2 Анализ исходных данных

2.1 Служебное назначение детали

Спойлер улучшает аэродинамические свойства кузова автомобиля за счет изменения воздушных потоков.

Применение спойлера в автомобилях уменьшает коэффициент лобового сопротивления. Причем, в спорте аэродинамика автомобиля стоит на одной ступени с характеристиками двигателя. Также это продиктовано маркетинговыми расчетами производителей – изменяется внешний вид, придается особый стиль. Недаром существует множество вариаций этой детали.

Деталь произведена из смесей аморфных термопластичных полимеров на основе поликарбоната (ПК) и АБС. Технология смешения позволяет получать продукты с благоприятным сочетанием механических и термических свойств. Особого упоминания заслуживают: термо и формоустойчивость (находится между показателями АБС и ПК), высокая вязкость при нормальных и низких температурах, жесткость и стабильность размеров.

Особенности материала: непрозрачный; модуль растяжения: от 1,800 до 2,750 Мпа; высокая жесткость: устойчив к низким температурам (до -50 °С); огнеупорный: от 87 до 136 °С; хорошая токоизоляция; низкое впитывание влаги; легок в обработке.

2.2 Характеристики производства спойлера

Тип производства зависит от годовой программы выпуска деталей и их трудоемкости. По трудоемкости спойлер относится к средней трудоемкости, так как при его изготовлении применяется ряд точных операций, связанных с базированием, обрезкой, сверлением. Годовая программа выпуска изделий $N_{\Gamma} = 50\,000$ шт.

Такт выпуска детали – промежуток времени, отделяющий выпуск двух следующих одна за другой деталей. Такт выпуска данного изделия $t_B = 3,14$ мин.

Тип производства зависит от двух факторов: заданной программы и трудоемкости изготовления изделия. Трудоемкость равна времени выполнения

самой продолжительной операции с учетом кратности оборудования (т.е. данную операцию выполняют несколько единиц оборудования) $T_{шт} = 0,2$ мин. Спойлер производится в условиях серийного производства.

2.3 Состояние вопроса

Для более полного анализа и проектирования участка изготовления спойлера рассмотрим, как на данный момент изготавливают данное изделие.

В полуавтоматическом производстве спойлера применяется механизированное оборудование и приспособления. Вручную производится разгрузка экструдера, обрезка обоя, перемещение деталей, сверление и фрезерование отверстий.

Для осуществления годовой программы выпуска в старом варианте производства задействованы 3 человека. Изготовление осуществляют в три этапа.

Транспортировка деталей и готового изделия между участками осуществляется вручную, передвигая стойки и стеллажи (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Тележка для перемещения изделий

Для того чтобы автоматизировать процесс изготовления спойлера необходимо:

- разработать новый технологический процесс;
- подобрать необходимое технологическое оборудование;
- разработать планировку нового производственного участка;
- разработать управляющую программу для оборудования;
- подобрать дополнительные устройства.

3 Технологический процесс изготовления детали

В данной бакалаврской работе разработан усовершенствованный технологический процесс изготовления спойлера путем полного исключения человека из производства. Все основные и вспомогательные операции осуществляются автоматически.

Разработана технология автоматизированного производства спойлера, состоящая из следующей последовательности операций:

1. Материал (гранулят «Байбленд» KU 1-1446, ТТМ 1.96.0604-2003) высыпать в силос (рисунок 3.1). В автоматическом режиме происходит подача основного материала и дробленки в смесительно-дозировочную установку, подача смеси в экструдер.



Рисунок 3.1 – Силос

2. Запуск экструдера (Рисунок 3.2):

1) подача материала в аккумуляторную головку;

2) экструзия трубной заготовки;

3) смыкание полуформ;

4) раздув заготовки;

5) захват заготовки грейфером;

6) раскрытие полуформ (операция 1 работы ГАК – раздел 6);

7) выем заготовки грейфером (транспортная операция 1 работы ГАК – раздел 6).

3. Робот ПР1 при помощи вакуумного захватного устройства перемещает заготовку на ложемент для обрезки облоя (транспортная операция 1 работы ГАК – раздел 6).

4. Обрезной гидравлический пресс отделяет облой от заготовки (операция 2 работы ГАК – раздел 6);

5. Робот ПР2 перемещает заготовку на стол сверлильно-фрезерного станка (операция 2 работы ГАК – раздел 6);

6. Срабатывают пневматические зажимы и фиксируют деталь на столе (операция 2 работы ГАК – раздел 6);

7. Сверлятся 3 отверстия $\varnothing 2$ мм. Смена сверла. Сверление двух отверстий $\varnothing 8$ мм. Смена сверла. Сверление одного отверстия $\varnothing 37$ мм (операция 3 работы ГАК – раздел 6);

8. Зажимной механизм разворачивает спойлер (операция 3 работы ГАК – раздел 6);

9. Фрезеруется окно под сигнал торможения 13x34 мм (операция 4 работы ГАК – раздел 6);

10. Робот ПР2 перемещает заготовку на транспортер-накопитель (операция 4 работы ГАК – раздел 6).

В соответствии с технологическим процессом разработана циклограмма работы участка, представленная в графической части работы.

4 Выбор технологического оборудования

4.1 Выбор основного оборудования

После проведения анализа оборудования, используемого для производства детали, оставляем в качестве основного технологического оборудования экструзионно-выдувную установку KBS2-61/60. Оборудование для операции обрезки и сверления выбираем другое, более современное, позволяющее работать в автоматическом режиме.

4.1.1 Экструзионно-выдувная установка KBS2-61/60

Экструзионно-выдувная установка KBS2-61/60 (рисунок 4.1) – это высокопроизводительное оборудование, имеющее следующие преимущества:

- автоматическая регулировка пропорциональных клапанов;
- возможность установки пресс-форм разных размеров и их быстрой смены, благодаря использованию безрамной конструкции узла смыкания;
- азотированный шнек и цилиндр;
- экструдер с DC двигателем;
- цельная конструкция рамы;
- непрерывная экструзия заготовки.

Технические характеристики экструзионно-выдувной установки:

усилие смыкания, кН	600
скорость смыкания, мм/с	400
рабочее давление макс., бар	210

Подштамповая (крепежная) плита:

ширина, мм	700
длина, мм	1000
ширина раскрытия кромок макс, мм	1400
замыкающий ход	800



Рисунок 4.1 – Экструзионно-выдувная установка KBS2-61/60

Габариты формы:

ширина формы макс, мм	700
толщина формы мин. мм	2 x 300
высота формы макс, мм	1200
вес формы макс, кг	2 x 1000

Гидравлический агрегат:

емкость масляного бака, л	300
мощность привода, кВт	30

Дополнительная гидравлика для WDS:

мощность привода для осевой WDS, кВт	4
--------------------------------------	---

Ориентировочные значения расхода энергии:

расход воздуха, Нм ³ /час	115
давление воздуха, бар	6-10

потребность в холоде для гидравлики, кДж/час 4	7000
Занимаемая площадь:	
длина, мм	6800
ширина, мм	6600
высота, мм	5400

4.1.2 Вырубной станок фирмы «Таурас-Феникс»

Станок (рисунок 4.2) вырубает детали по контуру из тонколистовых плоских и трехмерных заготовок различного материала. С помощью этого станка, оснащенного вырубной матрицей, можно изготавливать детали, имеющие контур любой сложности. Особенности, отличающие данное оборудование:

- доступность и простота обслуживания;
- возможность изготавливать сложные детали;
- простота переналадки;
- обеспечение безопасности работающих.



Рисунок 4.2 – Вырубной станок фирмы «Таурас-Феникс»

Технические характеристики:

Размеры вырубной формы, мм (max):

ширина	700
длина	800

Высота при толщине вырубаемого материала:

толщина до 0,5 мм	100 мм (max)
толщина до 0,8 мм	80 мм (max)

Обрабатываемый материал:

полимерные материалы, толщина (max), мм:	80 мм (max)
--	-------------

Питание машины:

напряжение	380В; 50Гц; 3 фазы
потребляемая мощность	1,2 кВт

Тип привода станка: электромеханический

Габаритные размеры станка, мм:

длина	2110
ширина	1560
высота	1100

Масса машины, кг: 120

4.1.3 Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ портального типа GDC

Технические характеристики сверлильно-фрезерного станка (рисунок 4.3):

Рабочий стол:

размер рабочего стола, мм	1250×3000
расстояние между столбами, мм	1820
макс. грузопместимость, кг	2000
T-образная канавка, мм×N	22×9

Диапазон режимов резания:

перемещение рабочего стол(X-ось), мм	3000
передвижение подвижного люнета (Y-ось), мм	1250
перемещение подвижного люнета (Z-ось),мм	400

Шпиндель:	
конус шпинделя (7:24)	BT40
диапазон частоты вращения шпинделя, об/мин	40-2500
Макс. крутящий момент:	
относительно оси поворота лопасти, Нм	120...140
Макс. осевая сила сопротивления, Нм	10000
Мощность вращения шпинделя, кВт	9...11
Макс. диаметр сверления, мм	Ø 38
Скорость подачи:	
скорость подачи при резании, мм/мин	1-4000
быстрое перемещение, м/мин	10
Инструментальный магазин:	
вид	линейный
объем, шт	10
Вес машины, кг	16000
Система CNC	SIEMENS



Рисунок 4.3 – Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ портального типа GDC

4.2 Выбор вспомогательного технологического оборудования

4.2.1 Промышленный робот ПРЦ-1

Промышленный робот ПРЦ-1 (рисунок 4.4) универсального применения предназначен для выполнения технологических операций: сборочные работы, загрузочно-разгрузочные и транспортные работы, зачистка литья, нанесение мастик, контроль геометрических параметров изделий.



Рисунок 4.4 – Промышленный робот ПРЦ-1

ПРЦ-1 состоит из манипулятора, устройства управления, силового шкафа, соединительных кабелей.

Технические характеристики:

Грузоподъемность, кг	5
Число степеней подвижности	5
Горизонтальное перемещение руки, мм	600
Вертикальное перемещение руки, мм	300
Поворот оси вокруг вертикальной оси,	220
Поворот (качание) кисти, град	90
Поворот схвата относительно продольной оси, град	90...180
Скорость линейных перемещений, м/с	0,5
Скорость угловых перемещений, град/с	60
Число программируемых позиций:	
при повороте и вертикальном перемещении руки	3
Масса, кг	345

Устройство управления предназначено для управления промышленным роботом путем реализации заданных алгоритмов управления и перемещения, нормализации входных-выходных информационно-измерительных и управляющих сигналов. Отличается высоким быстродействием и надежностью работы, простотой программирования и обслуживания. Имеется система автодиагностики основных узлов системы управления.

4.2.2 Прямой конвейер (транспортёр) с защитными бортами

Транспортер (рисунок 4.5) в ГАК используется для перемещения деталей от экструзионно-выдувной установки к обрубному станку и далее к сверлильно-фрезерному станку.

Данный транспортер применяется для погрузо-разгрузочных работ штучных 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 4.5 – Прямой конвейер (транспортер) с защитными бортами

4.3 Расчет вакуумного захватного устройства

Спроектирован захват для робота. Он должен надёжно захватывать заготовки.

Для расчета вакуумного захватного устройства (ВЗУ) необходимо определить:

- 1) равнодействующую силу внешних, отрывающих деталь от присоски, усилий;
- 2) минимально допустимую притягивающую силу присоски;
- 3) параметры присоски.

4.3.1 Расчет равнодействующей силы внешних, отрывающих деталь от присоски, усилий

При захвате, подъеме и перемещении детали грузоподъемность захвата может быть непостоянной, зависящей от соотношения удерживающих деталь сил (N , P , T), которые могут выдернуть и переместить его (рисунок 4.1).

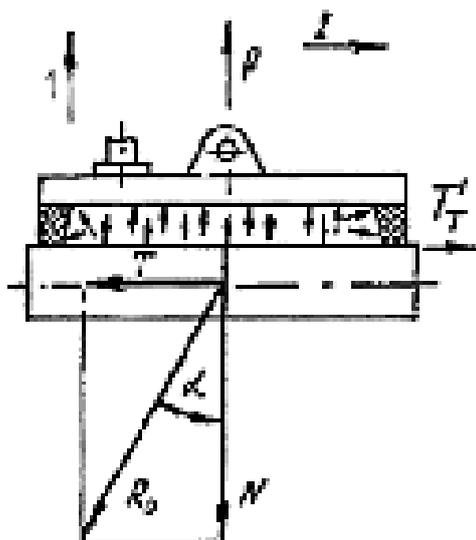


Рисунок 4.1 – Взаимодействие силы при подъеме и транспортировании груза

Равнодействующую силу R_0 различных сил, которые выдергивают деталь из захватного устройства, рассмотрим через нормальную N и касательную T составляющие:

Возможны варианты:

- вертикальный подъем: сила тяжести сонаправлена с прижимающей к захвату силой (рисунок 4.1, 1):

$$N = Q + P_D + P_B \quad \text{при этом } T = 0 \quad (4.1)$$

- горизонтальное перемещение: соосное направление прижимной силы и сила тяжести (рисунок 4.2, 2):

$$N = Q \quad \text{при этом } T = P_D + P_B = T_T' \quad (4.2)$$

где: $T_T' = (P - N) f$ – сила трения между грузом и ЗУ;

f – коэффициент трения между поверхностью деталью и присоской (0,2-0,6) – для синтетических полимерных материалов (стеклопластик и т.п.) по мягкой резине.

4.3.2 Расчет усилия удержания

Для того, чтобы вакуумное захватное устройство надежно держало деталь необходимо, чтобы выдергивающие силы были меньше составляющих держащих сил:

$$N < P \text{ или } T < P = K_N N; T < T_T' \text{ и } T_T'' \text{ или } K_T T < T_T' = K_T T \quad (4.3)$$

где K_N и K_T – соответственно запас по силам выдергивания и перемещения груза.

Если вакуумное захватное устройство должно работать нормально, то должна существовать достаточная для получения герметизирующей силы q разница между прижимающей груз силой P и перпендикулярной отрывающей силой N :

$$P - N = q \cdot S_y \quad (4.4)$$

где S_y – контактная площадь уплотнения.

Давление, создаваемое для герметизации присоски совместно с деталью зависит от материала присоски и качества обработки поверхности детали.

Определим максимальное значение герметизирующей силы N , при которой сохраняется давление q_{\min} в контактирующих поверхностях присоски и детали:

$$N = q_{\min} \cdot S_y \quad (4.5)$$

где $q_{\min} = 0,06-0,08$ МПа – для материала присоски резиновая смесь 1432А.

Для получения надежной герметизации уплотнение сжимается, перемещаясь на определенную величину, должно подвергаться деформации сжатия на определенную величину, зависящую от материала присоски и качества обработки поверхности детали.

Максимальное значение герметизирующей силы N выдергивания детали зависит от площади S_y , давления воздуха P_0 , давления прижима присоски к детали q_{\min} :

$$N = \xi P = P \cdot q_{\min} S_y \quad (4.6)$$

где S_y – площадь контактирующих поверхностей присоски и детали;

ξ – коэффициент снижения грузоподъемности.

Следовательно:

$$\xi = \frac{N}{P} = \frac{P - q_{\min} S_y}{P} = \frac{SP_0 - q_{\min} SK_1}{SP_0} = 1 - K_1 \frac{q_{\min}}{P_0} \quad (4.7)$$

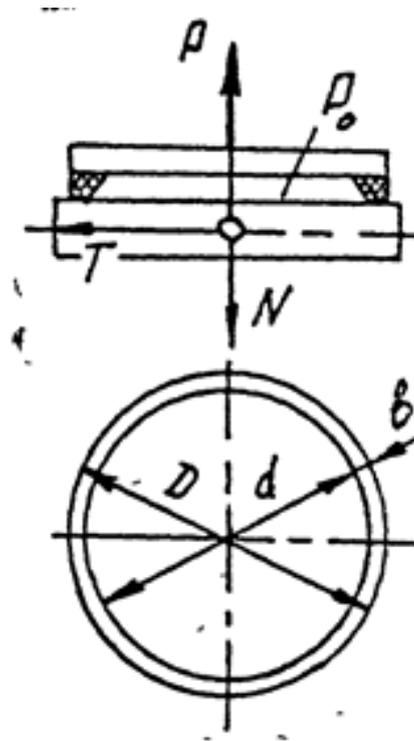


Рисунок 4.2 – Снижение грузоподъемности захватного устройства. Расчетная схема

В итоге по толщине оболочки b :

$$K_1 = \frac{S_Y}{S} = \frac{\pi \cdot b(d-b)}{(\pi \cdot d^2)/4} = 4 \frac{b(d+b)}{d^2}; \quad (4.8)$$

$$\xi = 1 - 4 \left(\frac{b}{d} + \frac{b^2}{d^2} \right) \cdot \frac{q_{\min}}{P_0}. \quad (4.9)$$

Вычисляем необходимую силу присасывания:

$$P = \frac{N}{\xi} \cdot K_N; \quad P = N + \frac{T}{f} \cdot K_T. \quad (4.10)$$

Принимаем:

$$P = \left(\frac{N}{\xi} + \frac{T}{f} \right) \cdot K; \quad (4.11)$$

если $K = K_N = K_T$.

Для гарантированного усилия присасывания вакуумного захватного устройства принимаем коэффициент запаса $K = 2$.

4.3.3 Расчет площади присасывания и давления

Определим площадь присасывания и давление на этой площади:

$$P_a - P_b = \frac{N/\xi + T/f}{S_0 \cdot n} \cdot \frac{K}{K_p}; \quad S_0 = \frac{N/\xi + T/f}{(P_a - P_b) \cdot n} \cdot \frac{K}{K_p} = \frac{P}{K_p (P_a - P_b) n}; \quad (4.12)$$

где P_a, P_b – внешнее и внутреннее давление камеры соответственно, Па;

n – количество присосок;

S_0 – площадь присасывания, м².

При подъеме несимметричной детали центр присасывания перемещается относительно центра тяжести детали (рис. 4.3).

Снижение грузоподъемности ВЗУ (при подъеме несимметричной детали):

$$\xi = 1 + \left(\frac{Na_1 + T_b}{N + T/f} \right) \cdot \frac{2}{a}. \quad (4.13)$$

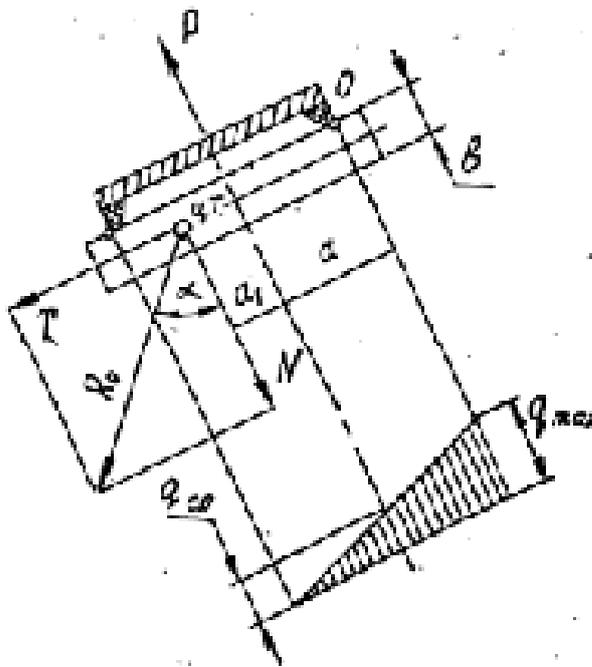


Рисунок 4.3 – Силовая схема перемещения захватного устройства ВЗУ при подъеме несимметричной детали

Если на захватное устройство действуют отдельные силы, то коэффициенты увеличения площади герметизации будут равны:

$$\xi_N = 1 + 2 \frac{a_1}{a}; \quad \xi_T = 1 + \frac{2T \cdot b / a}{T / f} = 1 + 2f \frac{b}{a}. \quad (4.14)$$

Если промышленный робот совершает все возможные три пространственные движения руки (подъем, поворота, выдвижение) масса детали рассчитывается с учетом инерционных характеристик:

$$m \leq \frac{n\pi \cdot d^2 (P_a - P_b)}{4K_H \left[1 + \frac{a_n}{g} + \frac{1}{fg} \sqrt{(r\varepsilon)^2 + (a_{\text{выд}} + r\omega^2)^2} \right]}; \quad (4.15)$$

где d – диаметр входного отверстия присоски у среза;

K_H – коэффициент надежности удержания ($K_H = 1,5 - 2$);

a_n – ускорение подъема заготовки;

g – ускорение свободного падения;

r – расстояние от оси вращения руки до центра заготовки;

ε – угловая скорость руки;

$a_{\text{выд}}$ – ускорение при выдвижении руки.

После проведения расчетов по данным формулам выяснилось, что присоска, представленная на графическом листе, имеет подъемную силу 70 Н. Так как готовая деталь весит 2 кг, мы имеем большой запас.

5 Компоновка ГАК

В данном разделе работы спроектирован автоматизированный комплекс для производства спойлера. Для этого было необходимо определить применение загрузочно-разгрузочных и транспортных механизмов, определить численность рабочих и их рабочих мест, определить последовательность расположения основного и вспомогательного оборудования, тары и т.п.

Разработанная планировка включает в себя одну экструзионно-выдувную машину, дробилку, два робота марки ПРЦ-1, два транспортёра, один обрезной станок, один сверлильно-фрезерный станок, силовые шкафы.

Экструдер выдувает заготовку спойлера, которую выносит грейфер из машины. Промышленный робот 1 берет заготовку, и перемещает ее на стол обрезного станка, базируя ее при этом. Пресс-форма обрезает облой, который, сваливаясь на транспортер 1, попадает в дробилку. Робот 2 берет обрезанную заготовку и перемещает ее на стол сверлильно-фрезерного станка. Срабатывают пневмозажимы. Вступает в работу станок. Он сверлит последовательно 6 отверстий разного диаметра и фрезерует окно под фонарь, сменяя инструмент. После завершения операции робот 2 берет готовую деталь и кладет ее на второй транспортер.

Планировки комплекса и участка представлены в графической части работы.

На основании данной планировки была разработана циклограмма работы, которая представлена в графической части работы. Показана последовательность и продолжительность работы каждой единицы оборудования. Оборудование имеет высокие коэффициенты загрузки.

6 Разработка системы управления ГАК

6.1 Анализ объекта управления

В данной бакалаврской работе в качестве управляющей системы второго уровня используется промышленный контроллер Siemens S7, используемый для управления процессом изготовления спойлера в соответствии с разработанным ранее технологическим процессом.

Станки (обрезной и сверлильно-фрезерный), промышленные роботы, экструдер, транспортирующее устройство входят в проектируемый ГАК.

Для повышения информативности технологического процесса и обеспечения безопасности функционирования разрабатываемый ГАК имеет датчики:

- состояния, положения и заполнения схвата роботов;
- состояния экструдера;
- состояния и заполнения обрезного станка;
- состояния и заполнения сверлильно-фрезерного станка;
- обнаружения нештатных ситуаций на объекте управления.

Задача оперативного управления технологическим оборудованием рассматриваемого участка может быть разделена на специальные подзадачи:

1) управление перемещением схвата робота ПР1 к экструдеру, захват вакуумным устройством робота заготовки;

2) управление перемещением захватом робота ПР1 от экструдера к обрезному станку, установка заготовки на обрезной стол;

3) управление обрезным станком, удаление облоя с заготовки.

4) управление перемещением схвата робота ПР2 к обрезному станку, захватом робота заготовки;

5) управление перемещением схвата робота ПР2 от обрезного станка к сверлильно-фрезерному, установка заготовки на рабочий стол, зажим заготовки;

6) управление процессом сверления, поворота детали, фрезерования.

8) управление перемещением робота ПР2 к сверлильно-фрезерному станку, захватом робота заготовки;

9) управление перемещением робота ПР2 от сверлильно-фрезерного станка к транспортеру, выпуск детали.

Последовательность перемещения роботов, загрузки/разгрузки станков представлены на циклограмме работы участка. Циклограмма позволяет анализировать:

- порядок работы роботов и оборудования;
- время, затрачиваемое на перемещения робота, обработку заготовки на станках, а также на зажим и разжим схвата робота;
- длительность цикла работы участка.

Циклограмма обработки детали для данного участка ГАК представлена в графической части работы.

В таблице показано время, затрачиваемое на соответствующие операции (см. раздел 3 бакалаврской работы) цикла работы участка ГАК:

Таблица 6.1 – Продолжительность операций цикла работы участка ГАК

Операция	Время, с
1	2
Операция 1, технологическая, экструдер	137
Операция 1, транспортная, ПР1	2
Операция 1, зажим, ПР1	2
Операция 2, транспортная	2
Операция 2, разжим, ПР1	2
Операция 2, технологическая, обрезающей станок	5
Операция 2, транспортная, ПР2	2
Операция 2, зажим, ПР2	2
Операция 3, транспортная, ПР2	2
Операция 3, разжим ПР2	2

Продолжение таблицы 6.1

1	2
Операция 4, зажим	5
Операция 4, технологическая, сверлильно-фрезерный станок	90
Операция 4, разжим	5
Операция 4, транспортная, ПР2	2
Операция 4, зажим ПР2	2
Операция 5, транспортная, ПР2	4
Операция 5, разжим ПР2	2

6.2 Постановочная задача проектирования АСУ ГАК

6.2.1 Задачи локальных систем управления

Рассмотрим отдельно СУ каждого оборудования.

СУ экструдера после получения команды контроллера верхнего уровня производит следующие операции:

- подача материала, экструзия;
- смыкание/размыкание полуформ;
- захват заготовки грейфером;
- выдача центральному контроллеру сигнала «обработка завершена».

СУ роботов после получения команды контроллера верхнего уровня производит следующие операции:

- разгрузка-загрузка станков;
- перемещение робота на соответствующую позицию после окончания предыдущей операции каждой операции.

6.2.2 Нештатные ситуации и их отображение во внешнюю среду

Нештатными ситуациями являются:

- люди в рабочей зоне роботов;
- экструдер выключен, отсутствует материал или пресс-формы;
- робот находится у грейфера, в грейфере нет детали;
- робот находится у обрезного станка, станок выключен;
- робот на позиции разгрузки станка для обрезки заготовки, заготовка осталась в станке;
- робот у сверлильно-фрезерного станка, станок выключен;
- робот на позиции разгрузки сверлильно-фрезерного станка, заготовка не вышла;
- на загрузочной позиции транспортера нет места для складирования детали.

6.3 Средства реализации управления

6.3.1 Обобщенная структура АСУ ГАК

Используется двухконтурная система управления. На первом уровне размещены локальные системы управления оборудованием, на втором находится программируемый логический контроллер, система датчиков, устройства ввода-вывода, средства связи с оператором.

Исходная информация для системы управления ГАК снимается с системы датчиков.

6.3.2 Входные-выходные сигналы системы управления второго уровня

Таблица 6.2 – Входные сигналы системы управления второго уровня

Описание входных сигналов	Характеристика и тип сигнала	
1	2	
Состояние экструзионной машины	включен	выключен
Наличие заготовки в грейфере экструзионной машины	есть	нет

Продолжение таблицы 6.2

1	2	
Захватное устройство робота ПР1 находится у экструзионной машины	да	нет
Наличие заготовки в захвате робота ПР1	есть	нет
Захватное устройство робота ПР1 находится у обрезного станка	да	нет
Состояние обрезного станка	включен	выключен
Состояние заготовки на обрезном станке	обработана	не обработана
Схват робота ПР2 у обрезного станка	да	нет
Наличие заготовки в захвате робота ПР2	есть	нет
Захватное устройство робота ПР2 находится у сверлильно-фрезерного станка	да	нет
Сверлильно-фрезерный станок	включен	выключен
Заготовка на сверлильно-фрезерном станке	обработана	не обработана
Схват ПР2 находится у транспортера	да	нет
Свободные позиции на транспортере	да	нет
Заготовка на обрезном станке	есть	нет
Заготовка в сверлильно-фрезерном станке	есть	нет
Наличие людей в зоне действия роботов	да	нет
Сигнал отключения питания всего комплекса	да	нет

Таблица 6.3 – Выходные сигналы системы управления второго уровня

№	Описание выходных сигналов
1	Захват заготовки ПР1
2	Загрузка станка для обрезки
3	Обработка на станке для обрезки
4	Захват заготовки ПР2
5	Загрузка с-ф станка
6	Обработка на с-ф станке
7	Разгрузка с-ф станка
8	Загрузка транспортера
9	Возникновение внештатной ситуации

6.4 Модель управляющего процесса

6.4.1 Декомпозиция задачи

Система управления должна выдавать необходимые сигналы в определенное время в зависимости от условий работы ГАК.

1. Разгрузка экструдера:

- в схвате ПР1 отсутствует заготовка;
- схват ПР1 находится у экструдера;
- в экструдере находится заготовка.

2. Загрузка станка для обрезки детали:

- в схвате робота ПР1 находится заготовка;
- схват ПР1 находится у станка;
- зажимное приспособление станка открыто;
- на загрузке робота отсутствует детали.

3. Обработка на станке для обрезки:

- заготовка находится в станке;

- приспособление станка закрыто;
- питание станка включено;
- заготовка не обработана.

4. Разгрузка станка для обрезки:

- в схвате ПР2 отсутствует деталь;
- схват ПР2 находится у станка для обрезки;
- заготовка находится вне станка;
- приспособление станка открыто.

5. Загрузка сверлильно-фрезерного станка:

- в схвате ПР2 находится заготовка;
- схват ПР1 подошел к станку;
- приспособление станка закрыто;
- на загрузке работа отсутствует детали.

6. Обработка на сверлильно-фрезерном станке:

- заготовка находится в станке;
- приспособление станка закрыто;
- питание станка включено;
- заготовка не обработана.

7. Разгрузка сверлильно-фрезерного станка:

- в схвате ПР2 отсутствует деталь;
- схват ПР2 находится у станка для обрезки;
- заготовка находится вне станка;
- приспособление станка открыто.

8. Загрузка отводящего транспортера:

- в схвате ПР2 находится деталь;
- схват ПР2 находится у транспортера;
- позиция транспортера свободна.

9. Возникновение нештатной ситуации

- в зоне работа находятся люди;

или

- экструдер не работает;
- нет материала;
- нет пресс-формы;

или

- схват ПР1 отсутствует у экструдера;
- схват ПР1 с заготовкой;
- в экструдере отсутствует заготовка;

или

- схват ПР1 находится у станка для обрезки;
- в схвате ПР1 находится заготовка;
- питание станка выключено;

или

- схват ПР2 находится у станка для обрезки;
- в схвате ПР2 отсутствует заготовка;
- заготовка не вышла из станка;

или

- захватное устройство робота ПР2 находится у свер.-фрез. станка;
- в схвате робота ПР2 есть заготовка;
 - станок выключен;

или

- захватное устройство робота ПР2 находится у свер.-фрез. станка;
- в схвате робота ПР2 нет заготовки;
- заготовка находится в станке;

или

- схват ПР2 находится у транспортера;
- на транспортере отсутствует свободная позиция;
- в схвате ПР2 находится заготовка.

6.4.2 Идентификация данных

Входные и выходные сигналы представляют собой сигналы, формируемые локальными системами управления и контроля различных устройств оборудования ГАК.

Таблица 6.4 – Имена входных переменных

Имя	Сигнал	
	X	\bar{X}
1	2	3
X ₁	Экструдер включен	Экструдер выключен
X ₂	В экструдере есть заготовка	В экструдере нет заготовки
X ₃	Схват ПР1 у экструдера	Схват ПР1 не у экструдера
X ₄	В схвате ПР1 находится заготовка	В схвате ПР1 отсутствует заготовка
X ₅	Схват ПР1 у станка для обрезки	Схват ПР1 не у станка для обрезки
X ₆	Питание станка для обрезки включено	Питание станка для обрезки выключено
X ₇	Заготовка обрезана на станке	Заготовка не обрезана на станке
X ₈	Схват ПР2 у станка для обрезки	Схват ПР2 не у станка для обрезки
X ₉	В схвате ПР2 находится заготовка	В схвате ПР2 отсутствует заготовка
X ₁₀	Схват ПР2 у свер. -фрез. станка	Схват ПР2 не у свер. -фрез. станка
X ₁₁	Питание свер. -фрез. станка включено	Питание свер. -фрез. станка выключено

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3
X ₁₂	Заготовка обработана на станке	Заготовка не обработана на станке
X ₁₃	Схват ПР2 у транспортера	Схват ПР2 не у транспортера
X ₁₄	На транспортере есть свободная позиция	На транспортере нет свободной позиции
X ₁₅	В станке для обрезки находится заготовка	В станке для обрезки отсутствует заготовка
X ₁₆	В свер. -фрез.станке находится заготовка	В свер. -фрез.станке отсутствует заготовки
X ₁₇	В рабочей зоне работа есть люди	В рабочей зоне работа отсутствуют люди
X ₁₈	Питание ГАК отключено	Питание ГАК включено

Таблица 6.5 – Имена выходных переменных

Имя	Сигнал
1	2
Y ₁	Захват заготовки ПР1
Y ₂	Загрузка станка для обрезки
Y ₃	Обработка на станке для обрезки
Y ₄	Захват заготовки ПР2
Y ₅	Загрузка с-ф станка
Y ₆	Обработка на с-ф станке
Y ₇	Разгрузка с-ф станка
Y ₈	Загрузка транспортера

Продолжение таблицы 6.5

1	2
Y ₉	Возникновение внештатной ситуации

6.4.3 Представление задач управления логическими функциями

Упрощенная математическая модель связывает входные сигналы, идущие от оборудования, с выходными, идущими от системы управления:

$$Y_1 = \bar{X}_4 * X_3 * X_2$$

$$Y_2 = \bar{X}_{15} * X_5 * X_4$$

$$Y_3 = X_{15} * \bar{X}_7 * X_6$$

$$Y_4 = \bar{X}_9 * X_8 * X_7$$

$$Y_5 = \bar{X}_{16} * X_{10} * X_9$$

$$Y_6 = X_{16} * \bar{X}_{12} * X_{11}$$

$$Y_7 = X_{12} * X_{10} * \bar{X}_9$$

$$Y_8 = X_{14} * X_{13} * X_9$$

$$Y_9 = X_{17} \vee \bar{X}_1 \vee X_4 * X_5 * \bar{X}_6 \vee X_8 * \bar{X}_9 * \bar{X}_7 \vee X_9 * \bar{X}_{11} * X_{10} \vee X_{10} * X_9 * \bar{X}_{11} \vee X_{10} * \bar{X}_9 * \bar{X}_{12} \vee X_{13} * X_9 * \bar{X}_{14}$$

6.5 Структурная схема управления

6.5.1 Разработка системы управления

В работе решена задачи системной интеграции устройств управления 1-ого и 2-ого уровней.

Структурно-функциональная схема САУ ГАК включает две промышленные сети: Profibus DP (полевой уровень) и сеть AS-интерфейса (подключение интеллектуальных устройств и датчиков). Сеть Industrial Ethernet используется для загрузки управляющих программ и обмена информацией с другими уровнями управления.

Связь с Profibus DP используется для обслуживания систем распределенного ввода-вывода и устройств и систем человеко-машинного интерфейса (HMI). Подключение указанных устройств к автоматизированным системам производится

посредством встроенных интерфейсов центральных или коммуникационных процессоров.

Для увеличения количества обслуживаемых устройств распределенного ввода-вывода и разделения их на группы по различным технологическим признакам к автоматизированной системе можно подключить несколько сетей PROFIBUS-DP.

Штатные устройства управления с быстрым последовательным каналом связи с верхним уровнем управления можно интегрировать в единую сеть архитектуры «звезда».

В системе управления ЛСУ роботов принимают информацию от датчиков состояния робота, а их датчики положения информационно обслуживают все механизмы оборудования и имеют возможность программной диагностики оборудования и механизмов роботов, обеспечивают формирование осведомительного сигнала для контроллера второго уровня управления.

6.5.2 Устройства управления второго уровня

Для управления вторым уровнем подходит программируемый логический контроллер (ПЛК) SIMATIC S7-300.

Работоспособность контроллера обеспечивается блоком питания, обработка информации производится коммуникационным и главным процессорами, входная и выходная информация обрабатывается специальным блоком ввода-вывода.

Соединение контроллера SIMATIC S7-300 с шиной Profibus DP обеспечивает коммуникационный процессор CP342-5 по сети PROFIBUS-DP.

Соединение контроллера SIMATIC S7-300 с сетью Industrial Ethernet обеспечивается коммуникационным процессором CP343-1, который выполнением коммуникационных задач разгружает центральный процессор.

Соединение контроллера SIMATIC S7-300 с AS-интерфейсом обеспечивается коммуникационным процессором CP342-2, являющимся одним из ведущих устройств интерфейса.

Выбираем центральный процессор CPU 315 для построения систем автоматизации обслуживаемых системы, подключаемые по PROFIBUS-DP.

Необходимо подключить к контроллеру панель графического отображения информации SIMATICOP37 для оператора.

Эту панель по интерфейсу RS232C связываем с выбранным контроллером.

Для управления роботами используется штатная мультипроцессорная система СФЕРА-36.

Необходимо использование датчиков:

- присутствия заготовки на станке (индуктивные датчики BERO 3RG4, AS-интерфейс),
- наличия выходной тары для готовых деталей (оптические датчики BEROK80, AS-интерфейс),
- положения манипуляторов (индуктивные BERO 3RG4, AS-интерфейс),
- оценки состояния ограждения ГАК (датчики Световой Барьер FS200, AS-интерфейс).

Заключение

В ходе выполнения данной бакалаврской работы были рассмотрены следующие вопросы:

1) спроектировано нестандартное приспособление – специальное вакуумное захватное устройство для робота,

2) спроектирован гибкий автоматизированный комплекс по изготовлению детали,

3) составлена модель управления работой спроектированного экструзионно-выдувного комплекса,

4) разработана система управления гибким автоматизированным комплексом.

Цели и задачи бакалаврской работы выполнены.

Список использованных источников

1. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций / В.Н Малюх. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 193 с.
2. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И.П Норенков. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 431 с.
3. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф Бородин. - М.: КолосС, 2006. – 353 с.
4. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства / В.Н. Брюханов. - М.: Высшая школа, 2005. - 368 с.
5. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов: - М.: Форум, 2012. - 225 с.
6. Капустин, Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов. - М.: Высшая школа, 2007. - 416 с.
7. Кукуй, Д.М. Автоматизация литейного производства / Д.М. Кукуй, В.Ф. Диночко. - М.: Новое знание, 2008. - 241 с.
8. Мартяков, А.И. Автоматизация технологических процессов и производств. Основы профессиональной деятельности / А.И. Мартяков. - М.: МГИУ, 2010. - 385 с.
9. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. - М.: Инфра-Инженерия, 2014. - 353 с.
10. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник для ВУЗов. / А.Г. Схиртладзе. - М.: Абрис, 2012. - 567 с.
11. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. - М.: Абрис, 2012. - 567 с.
12. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - М.: ТНТ, 2012. - 602 с.

13. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, С.В. Бочкарев, А.Н. Лыков. - М.: ТНТ, 2013. - 526 с.
14. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе, Ю.З. Житников. - М.: ТНТ, 2011. – 658 с.
15. Фельдштейн, Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. - 266 с.
16. Фельдштейн, Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. - М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 264 с.
17. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы: Учебное пособие для начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 193 с.
18. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 209 с.
19. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы: Учебное пособие для начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 193 с.
20. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 208 с.
21. Жолобов, А.А. Технология автоматизированного производства / А.А. Жолобов. - М.: Дизайн ПРО, 2000. – 517 с.
22. Lotfi, V., 2000. Implementing flexible automation: A multiple criteria decision making approach. International Journal of Production Economics. Elsevier BV, Netherlands, Volume 38, pp. 255-268.

23. Jovane, F., Koren, Y., Boër, C.R., 2003. Present and Future of Flexible Automation: Towards New Paradigms. CIRP Annals - Manufacturing Technology. Ann Arbor, USA, Volume 52, pp. 543-560.

24. Kalpakjian, S., 2006. Manufacturing engineering and technology. Addison-Wesley Publishing, USA, 1199 pp.

25. Ollero, A., Boverie, S., Goodall, R., Sasiadek, J., 2005. Mechatronics, robotics and components for automation. IFAC Proceedings Volumes. Canada, Volume 38, pp. 1-13.

26. Truett Garrett, M., 2001. Instrumentation, control and automation progress in the united states in the last 24 years. Water Science and Technology. ISA Services Inc, USA, Volume 37, pp. 21-25.