

На правах рукописи

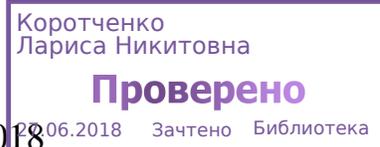
САФИН ВИКТОР ИГОРЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ
МНОГОТОЧЕЧНОГО ПРЕССА**

Направление 27.04.04 – «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени магистра техники и технологии



Комсомольск-на-Амуре – 2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы – Усовершенствование существующих систем для многоточечного формообразования, анализ плюсов и минусов существующих систем и реализация установки на основе полученных данных.

Цель работы – Разработка системы управления установкой многоточечного прессы.

Основные задачи магистерской диссертации – Обзор существующих решений, описание технологии работы многоточечного прессы, составление алгоритмов работы автоматики установки и описание работы устройств. Подбор оборудования для корректной работы всей системы, выполнение расчётов переходных процессов в среде MATLAB.

Характеристика объекта и предмета исследования - Установка для многоточечного формообразования предназначена для формования крупногабаритных плоских панелей из термоупрочняемых алюминиевых сплавов.

Характеристика методологического аппарата - При исследовании используются основные положения теории автоматического регулирования.

Научная новизна магистерской диссертации - Разработка алгоритмов работы автоматики установки, изучение переходных процессов с помощью среды MATLAB.

Практическая ценность магистерской диссертации – Результаты исследования будут использоваться при разработке установки многоточечного прессы

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, практическая ценность.

В первой главе представлено описание работы многоточечного пресса, произведён обзор существующих вариантов подобного типа установок.

Во второй главе проанализировано предлагаемое на кафедре ЭПАПУ «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» решение данной системы и способы её реализации на современном производстве. Произведено описание общей конструкции установки, а также её основных элементов. Приведено изображение функциональных узлов установки (Рис.1).

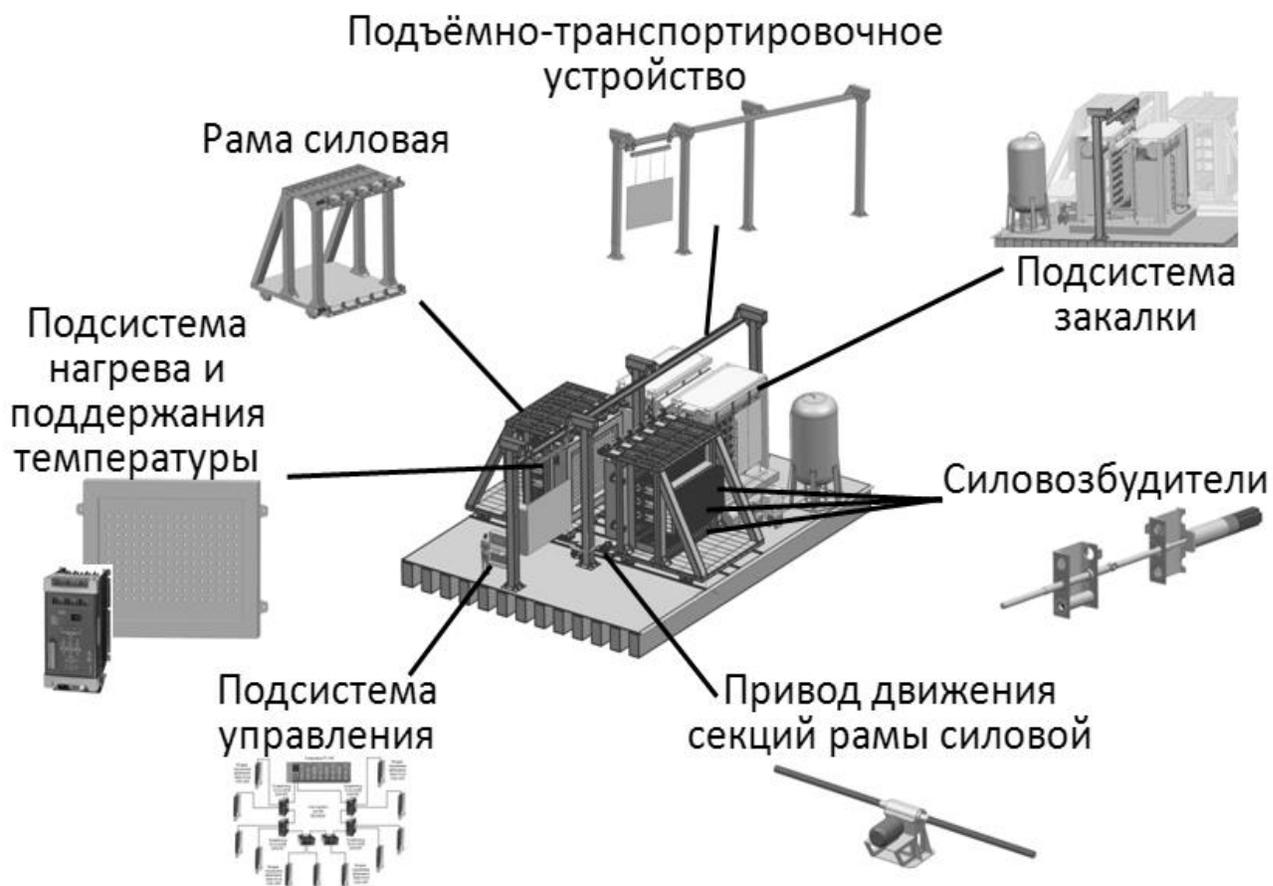


Рисунок 1 – Функциональные узлы установки

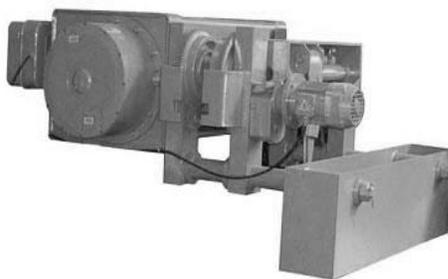
В третьей главе для отдельно взятых элементов установки составлены алгоритмы работы автоматики. Представлено описание их работы, приведены изображения устройств и их технические характеристики.

Первым рассмотрено устройство (тельфер) для перемещения заготовки. В процессе изготовления из заготовки необходимо ее перемещение по технологическим позициям установки штыревой оснастки и позиционирование относительно требуемых мест установки.

Для перемещения заготовки по технологическим позициям и позиционирования будет использоваться электрическая таль с уменьшенной строительной высотой, перемещающаяся по монорельсу с модернизированной системой управления электроприводом перемещения и электроприводом подъема.

Функциональная схема системы управления перемещением и позиционированием заготовки приведена на рисунке 2.

а)



б)

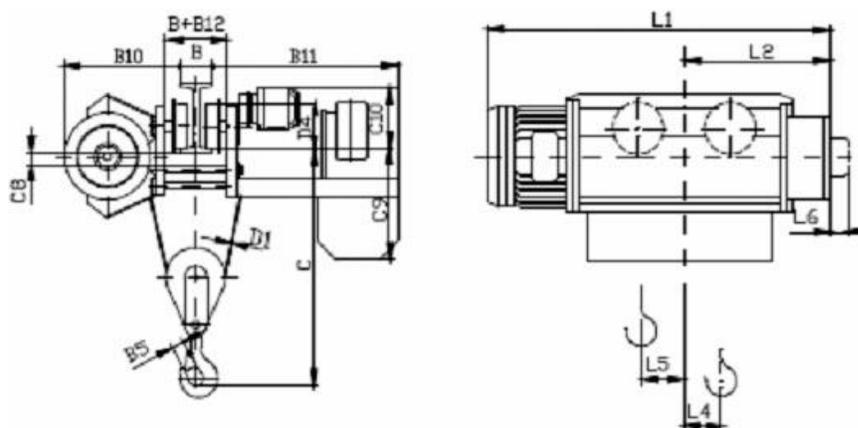


Рисунок 2 – Тельфер: а – внешний вид; б - габаритные размеры

Функциональная схема системы управления перемещением и позиционированием заготовки приведена на рисунке 3.

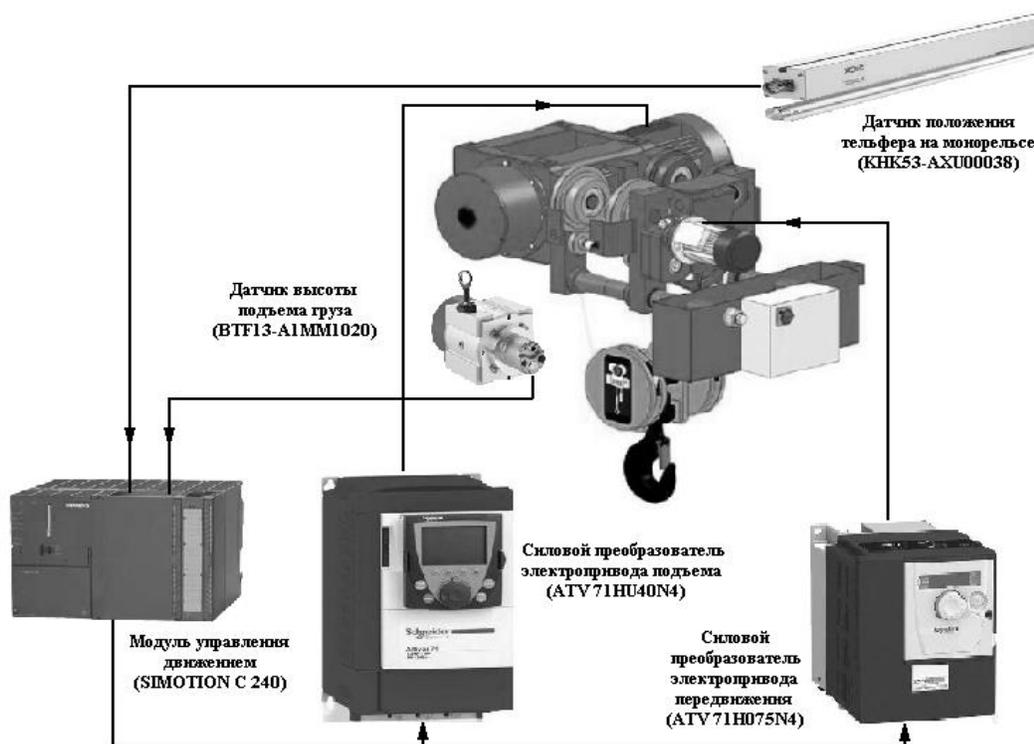


Рисунок 3 – Функциональная схема системы управления перемещением и позиционированием заготовки

Основу системы составляет модуль управления движением SIMOTION C-240 фирмы SIEMENS. Модуль содержит 4 канала позиционирования. Каждый канал, позволяет управлять преобразователями частоты сторонних производителей, имеющих аналоговые входы задания скорости ± 10 В. В данной системе используются два канала из четырёх.

Для регулирования скорости и момента электродвигателя механизма передвижения выбран преобразователь частоты Altivar-71 типа ATV 71H075N4 на ток 2,3 А.

Регулирование скорости и момента электродвигателя механизма подъема выполняется преобразователем частоты Altivar-71 типа ATV 71HU40N4 на ток 10,5 А.

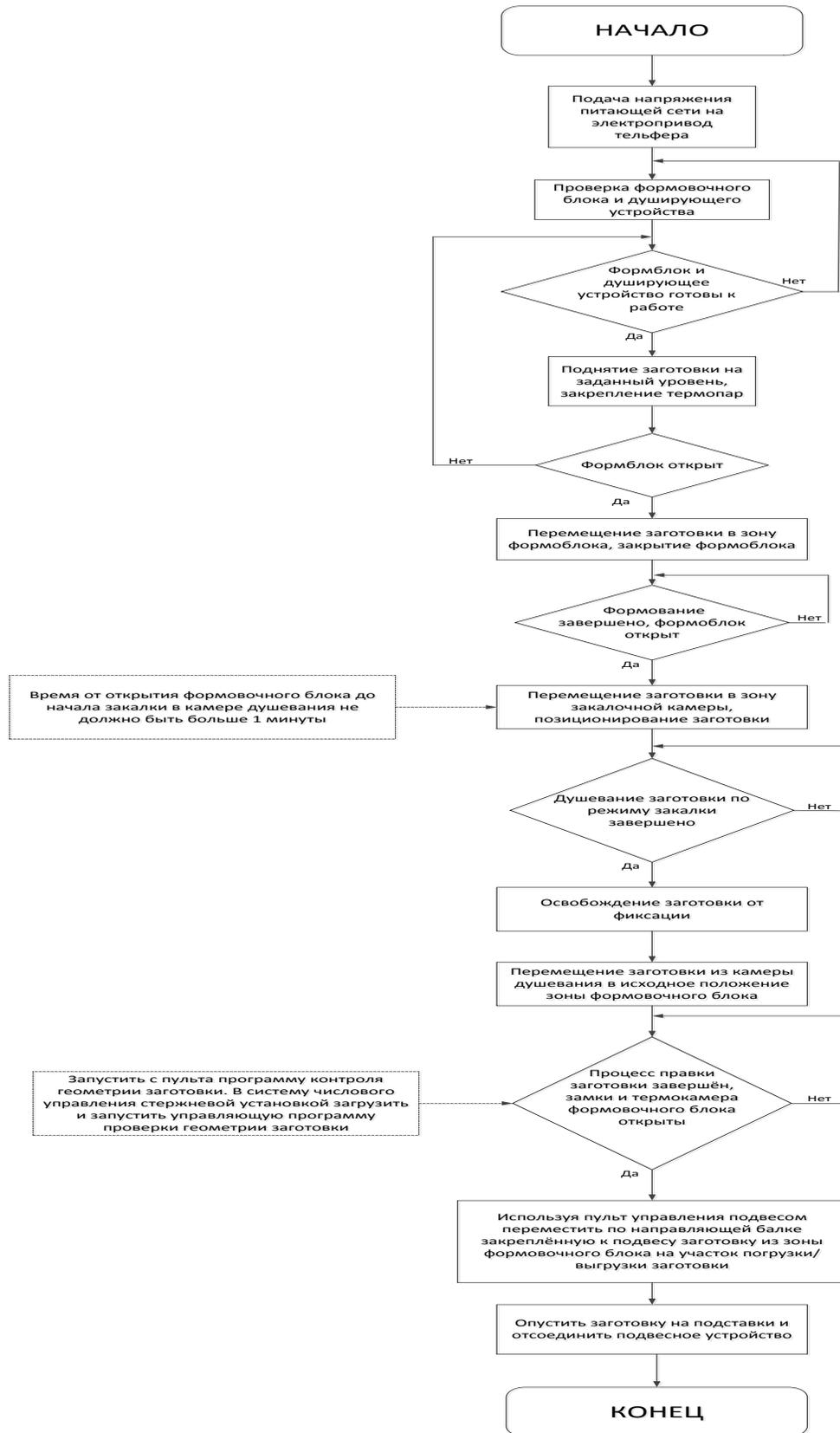


Рисунок 4 - Схема работы устройства для перемещения заготовки

Далее описана **система управления положением стержней в формовочной камере**. Также как и у предыдущего устройства описан принцип работы, подобрано оборудование в соответствии с техническими параметрами всей системы и составлен алгоритм работы.

С учетом рекомендаций кафедры ЭПАПУ предлагается следующий подход к решению задачи управления много осевым механизмом. Массив сервоосей 11x16 разбивается на строки (или зоны или процессы). Получается 11 зон, по 32 сервооси в каждой. Управление сервоосями одной зоны реализуется при помощи оборудования SIMOTION D435-2 в связке с сервоприводами SINAMICS S120 и программного обеспечения SIMOTION SCOUT. Связка управляющего модуля SIMOTION D435-2 с приводами S120 реализуется на базе промышленной сети ProfiNet. Решение масштабируется на оставшиеся 10 зон. Управление зонами выполняет изохронная сеть ProfiNet верхнего уровня на базе промышленного логического контроллера S7-1500, коммутаторов SCALANCE X204IRT и программного обеспечения Step7 TIA V19. Управляющие модули SIMOTION D435-2 являются узлами этой сети.

Структурная схема системы управления многоосевым механизмом, реализованная на базе изложенного подхода изображена на рисунке 5.

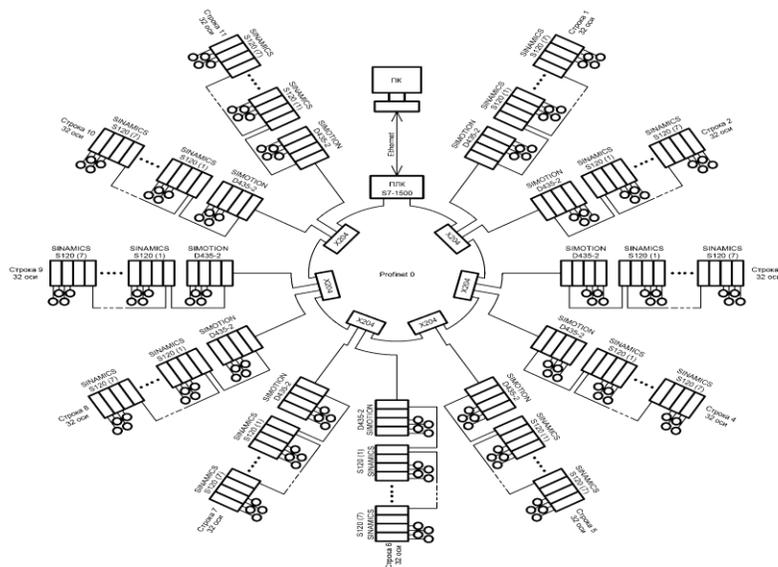


Рисунок 5 – Структурная схема системы управления многоосевым механизмом на базе сервоприводов SINAMICS S120

Разработаны алгоритмы управления движением штырей:

Подготовка к формовке и установка штырей в рабочее положение

При включении установки подается напряжение на электроприводы штырей, загрузочного люка и установку электронагрева воздуха рабочей камеры. Открывание люка осуществляется автоматически, после чего с помощью программы, записанной в запоминающем устройстве, проверяется условие включения команды установки штырей в положение загрузки. Если условие не выполняется, то данная проверка будет исполняться снова, а при его выполнении обнуляется счетчик кадров управляющей программы и происходит переход к выполнению первого кадра программы – осуществляется движение штырей с максимальной скоростью в положение для загрузки детали. Далее заготовка устанавливается в камеру, первый кадр программы выполнен.

После выполнения первого кадра идет проверка условия на включение с панели оператора команды «Обжатие заготовки». При выполнении условия происходит переход ко второму кадру – позиционирование штырей до положения обжатия с максимальной скоростью. Положение штырей в позиции обжатия отслеживается выполнением условия равенства моментов электродвигателей каждой пары соосных штырей, причем повышение на протяжении 5 секунд на уровне не менее номинального значения. Далее идет проверка закрытия люка рабочей камеры. Если люк закрыт, идет опрос на включение установки нагрева воздуха рабочей камеры, что осуществляется с панели оператора установкой флага «Нагрев заготовки». После чего поступает сообщение «Нагрев включен». Штыри начнут формующий ход после того как заготовка нагреется до заданной температуры. Как только температура достигла нормы оператору поступает сообщение о возможности начала процесса формования заготовки.

Рабочий процесс формирования

Перед началом рабочего процесса гибки оператором устанавливается флаг - «Формирование заготовки». Если флаг отсутствует, на панели оператора действует сообщение «Нет готовности к формированию», программа циклически проверяет условие наличия флага. При выполнении условия реализуется рабочий процесс формирования. Если во время рабочего процесса возникают какие-либо ситуации, способные нарушить работу устройства, оператор в любой момент имеет возможность остановить рабочий процесс. Программа ведет опрос о наличии флага «Формирование заготовки», пока флаг установлен, процесс формирования продолжается.

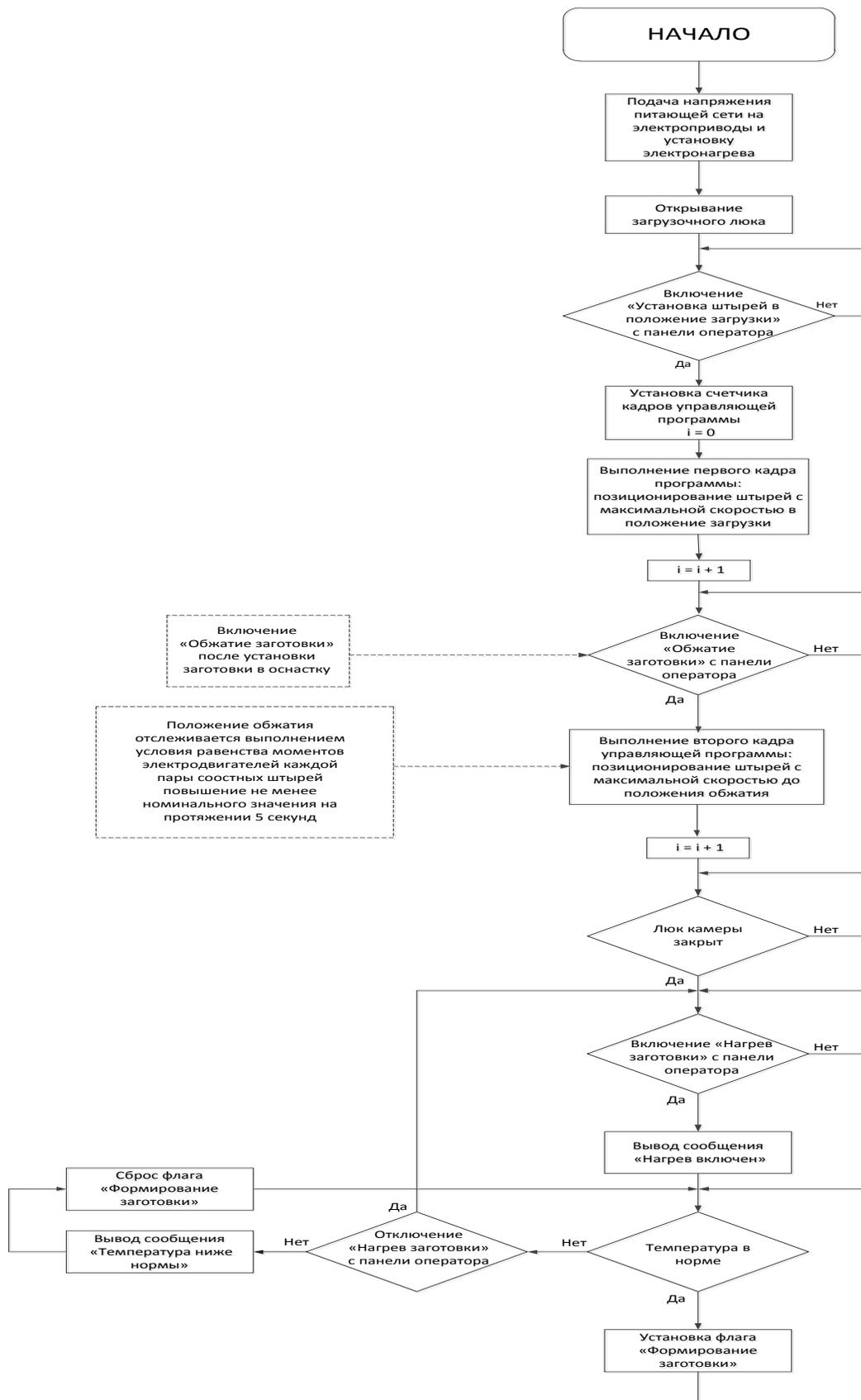


Рисунок 6 - Алгоритм подготовки к формированию

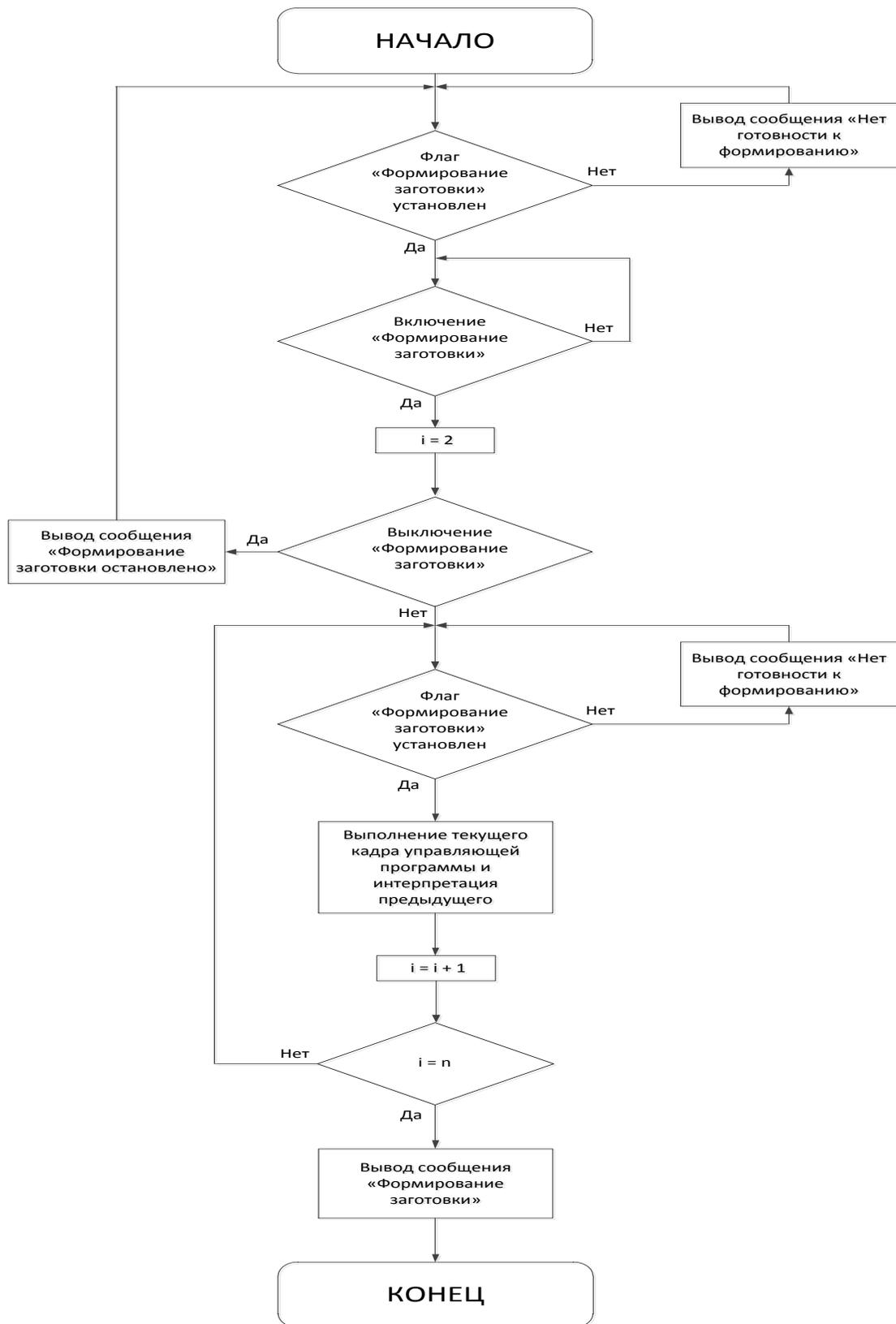


Рисунок 7 - Алгоритм рабочего процесса формирования

Последней в данной главе представлена **система управления перемещением секций формовочной камеры**. Приведены расчёты параметров электродвигателя устройства и, так же как и для предыдущих элементов установки составлен алгоритм работы.

Расчетная схема для нахождения силы сопротивления движению секции, приходящейся на одно колесо, приведена на рисунке 8.

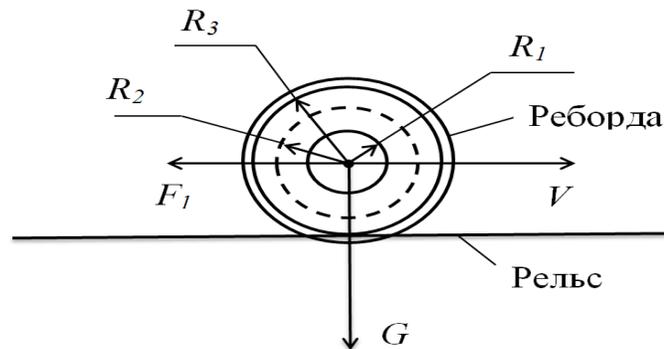


Рисунок 8 – Расчетная схема для нахождения силы сопротивления движению

На рисунке использованы следующие обозначения:

$G = 163667$ Н- вес секции, приходящийся на одно колесо;

$V = 0,033$ м/с - скорость движения секции формовочной камеры;

F_1 – сила сопротивления движению секции, приходящаяся на одно колесо;

$R_1 = 0,075$ м – радиус оси;

$R_2 = 0,094$ м – радиус окружности, на которой расположены центры роликов подшипника;

$R_3 = 0,2$ м – радиус колеса.

Для перемещения секций формовочной камеры используем два асинхронных короткозамкнутых мотор-редуктора мощностью по 3 кВт каждый. Внешний вид мотор редукторов фирмы Siemens приведен на рис. 9.



Рисунок 9 – Внешний вид мотор редукторов

Для управления электродвигателями мотор - редукторов можно использовать преобразователи частоты SINAMICS производства Siemens.

Для управления асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями мотор-редукторов, перемещающих секции формовочной камеры, возможно использование преобразователей частоты любых производителей.

Позиционирование секций формовочной камеры в крайних положениях будет производиться по командам путевых выключателей. Для обеспечения интенсивного торможения преобразователь частоты должен быть укомплектован тормозным сопротивлением.

Команды на пуск торможение и реверс электродвигателей формируются программируемым логическим контроллером, предусмотренным в составе технологической установки штыревой оснастки, и выводятся на преобразователи частоты через модули вывода дискретных сигналов. Сигналы путевых выключателей вводятся в логический контроллер через модуль ввода дискретных сигналов.

Электроприводы для первого и второго ходовых винтов идентичны. Для каждого из электроприводов использованы преобразователи частоты Vacon NX5 на напряжение сети питающей 380...500 В и номинальный длительный ток 9 А, которые подключаются к сети через автоматические выключатели фирмы 3RV2111-1KA10

фирмы Siemens. Регулируемый расцепитель токовой перегрузки 9...12,5 А, расцепитель максимального тока 163 А.

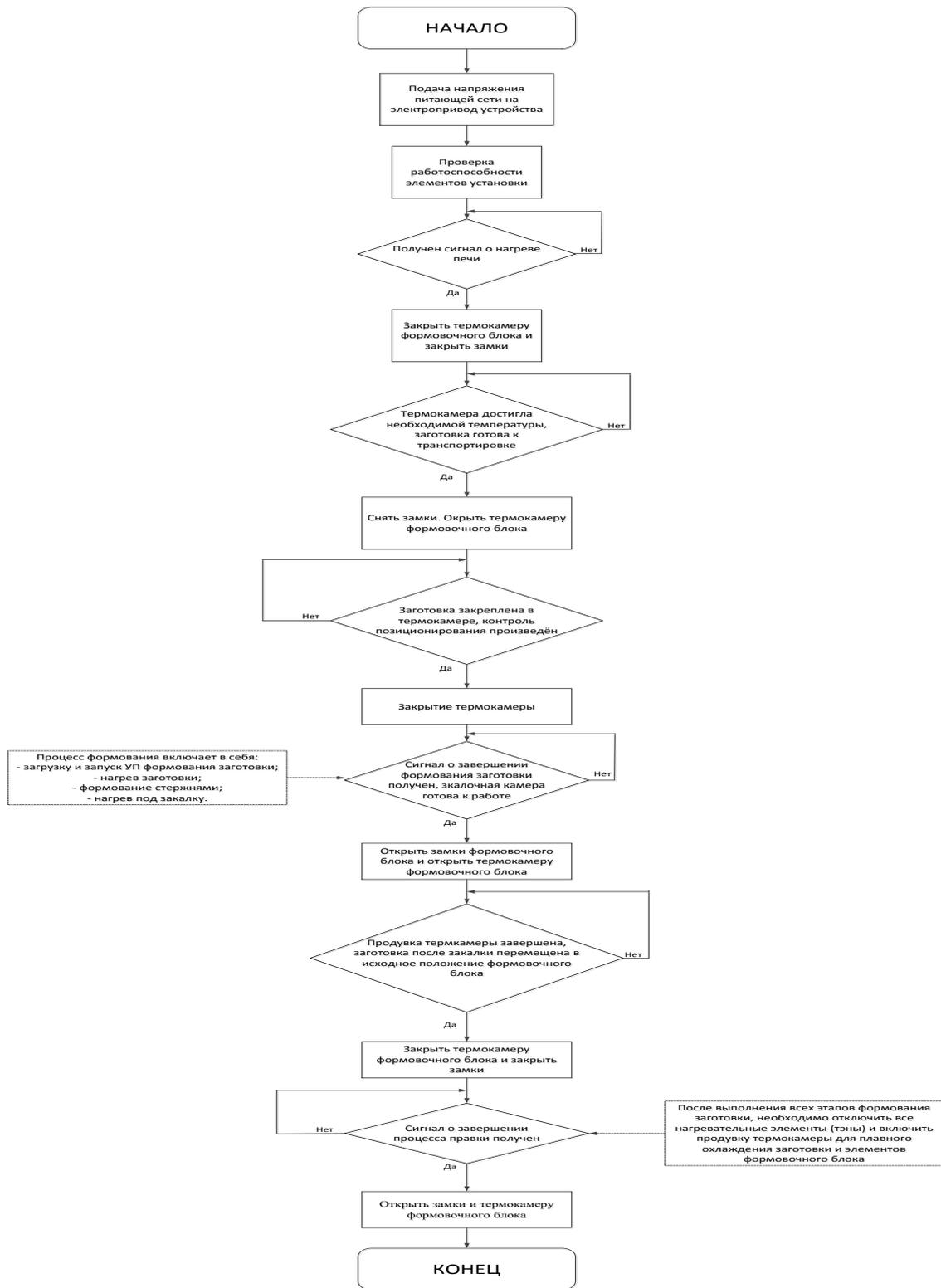


Рисунок 10 - Схема работы устройства для управления перемещением секций формовочного блока

В четвертой главе был произведен расчёт статических и динамических характеристик электроприводов устройств, рассмотренных в третьей главе. Была построена структурная схема в среде MATLAB, аналогичная для всех трёх электроприводов, но с разными числовыми данными.

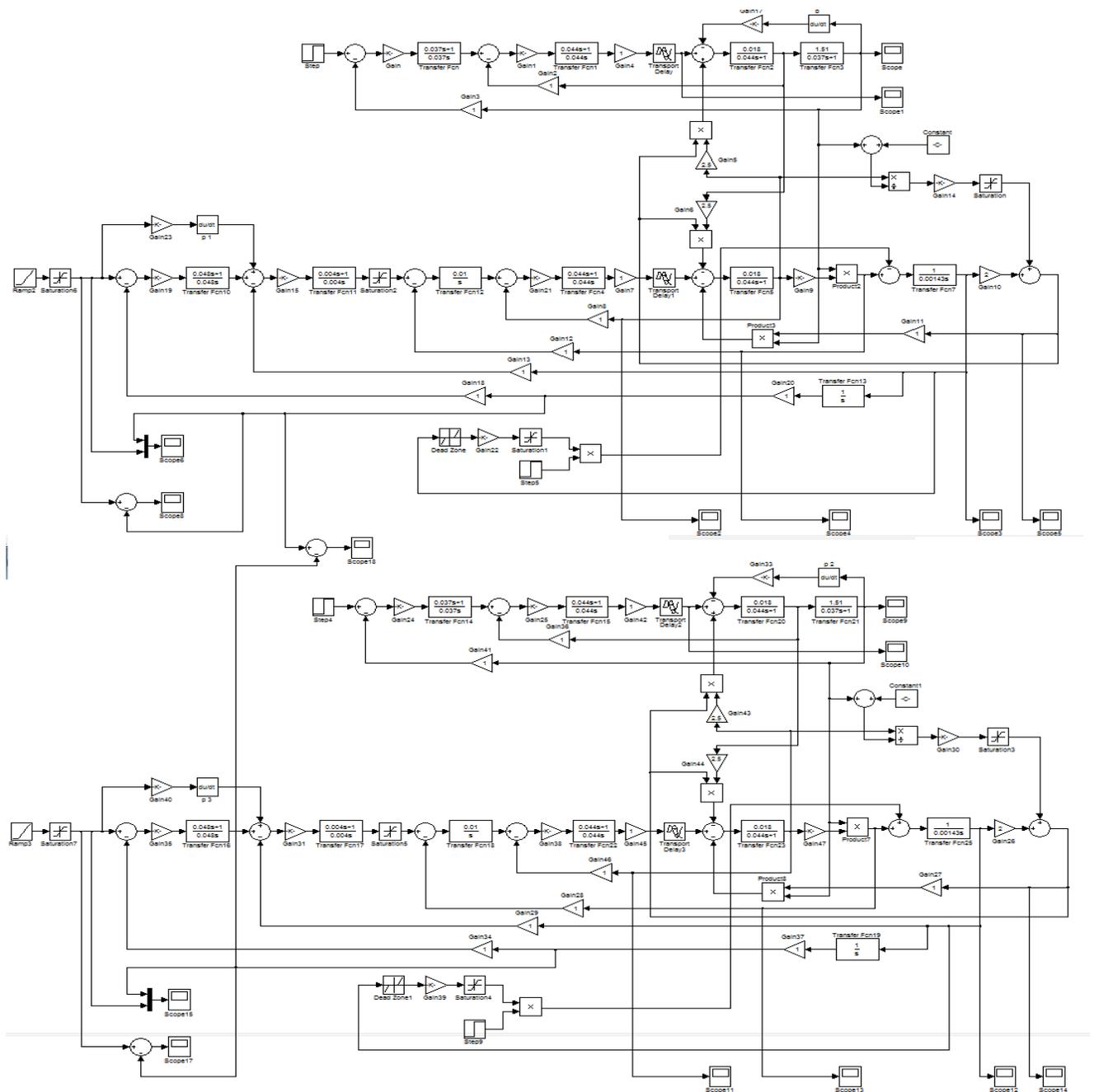


Рисунок 11 – Структурная схема системы регулирования положением при векторном управлении асинхронным двигателем

В результате расчётов для электроприводов каждого из рассматриваемых устройств были найдены переходные процессы (графики переходных процессов представлены ниже).

1 Результаты расчета статических и динамических характеристик системы электроприводов штыревой оснастки

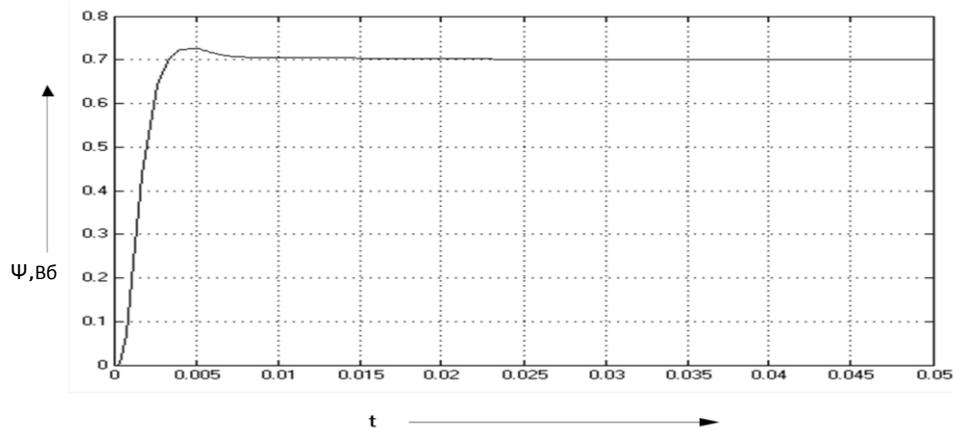


Рисунок 1 – График переходного процесса потокосцепления

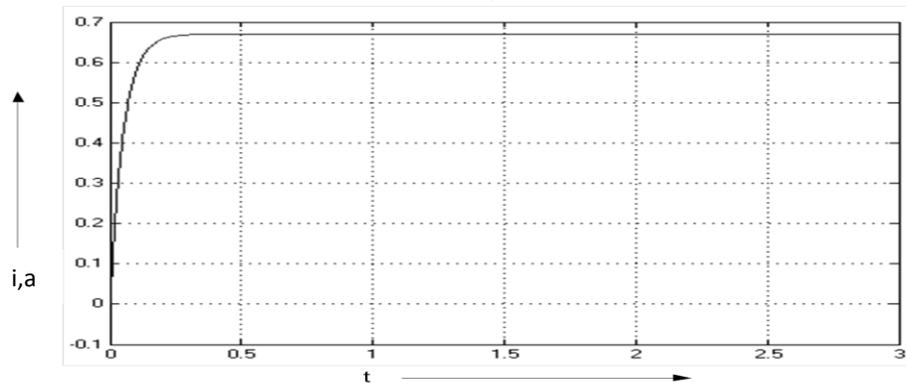


Рисунок 2 – График переходного процесса тока при подаче на вход регулятора тока ступенчатого сигнала

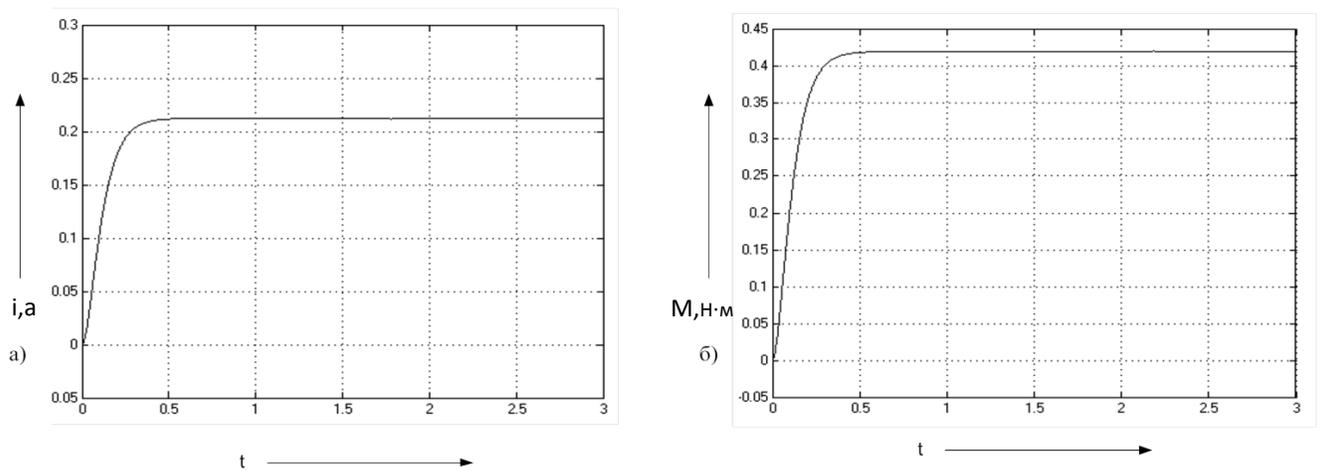


Рисунок 3 - Графики переходных процессов тока (а) и момента (б) при подаче на вход регулятора момента ступенчатого сигнала

2 Результаты расчета характеристик электропривода тельфера

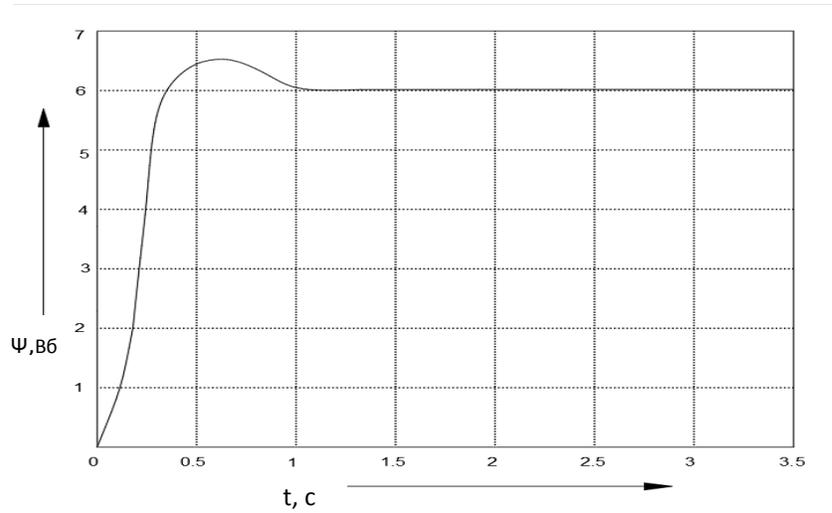


Рисунок 1 – График переходного процесса потокосцепления

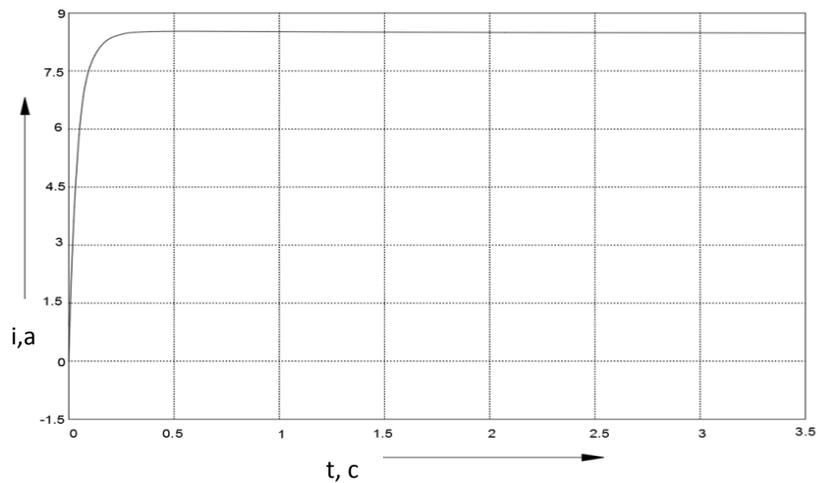


Рисунок 2 – График переходного процесса тока при подаче на вход регулятора тока ступенчатого сигнала

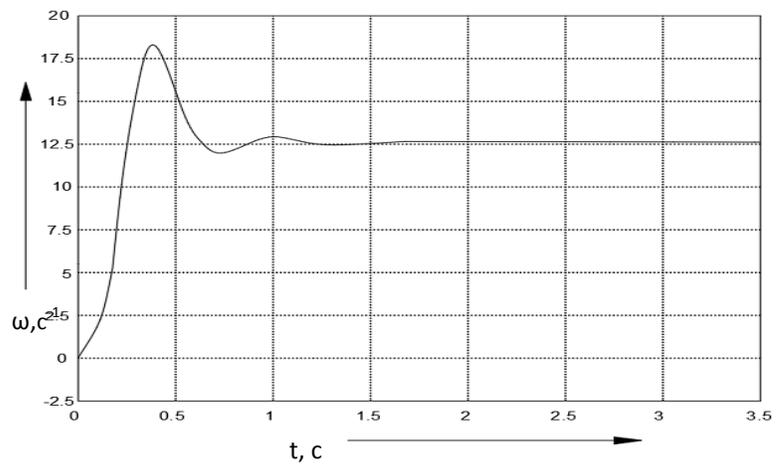


Рисунок 3 – График переходного процесса скорости при подаче на вход регулятора скорости ступенчатого сигнала

3 Результаты расчета характеристик электропривода устройства для перемещения секций формовочной камеры

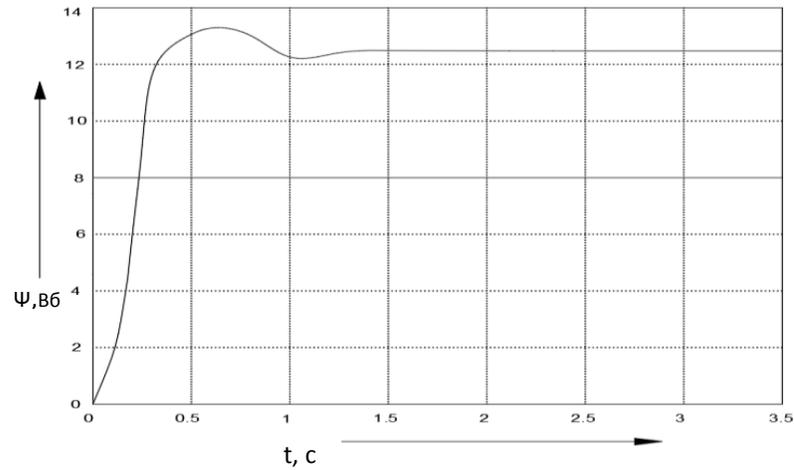


Рисунок 1 – График переходного процесса потокосцепления

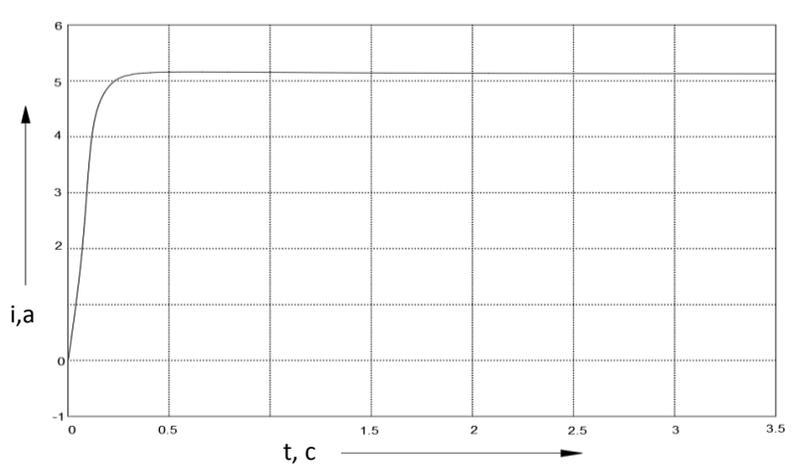


Рисунок 2 – График переходного процесса тока при подаче на вход регулятора тока ступенчатого сигнала

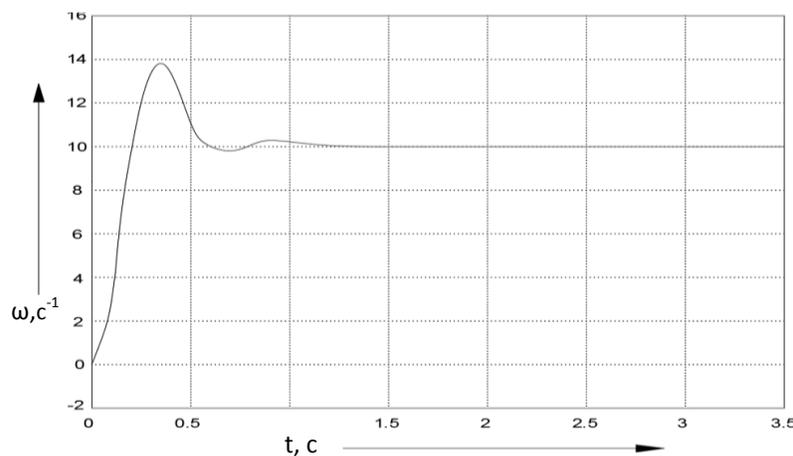


Рисунок 3 – График переходного процесса скорости при подаче на вход регулятора скорости ступенчатого сигнала

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1 Произведен анализ существующих вариантов установок многоточечного пресса, представлено описание работы разрабатываемой системы.

2 Произведено описание общей конструкции установки, а также её основных элементов.

3 Для отдельно взятых элементов установки разработаны алгоритмы работы автоматики. Представлено описание их работы, приведены реализующие их устройства и их технические характеристики.

4 Для анализа характеристик систем управления движением основных устройств установки построена структурная схема в среде MATLAB SIMULINK, рассчитаны статические и динамические характеристики и проанализирована точность отработки этими системами заданных перемещений.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1 Сафин В.И. Автоматическая система управления движением штоков многоточечного пресса/ В.И. Сафин, С.А. Васильченко – Материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре ФГБОУ ВО «КнАГУ» 10-21 апреля 2017 г., с.966-968.

2 Сафин В.И. Автоматическая система управления механизмами многоточечного пресса / В.И. Сафин, С.А. Васильченко – Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре ФГБОУ ВО «КнАГУ» 09-20 апреля 2018 г., с.435-437.