

РАЗДЕЛ V ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 62-522.2
БКК 30В6

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТУЧИМИ НОЖНИЦАМИ ГИЛЬОТИННОГО ТИПА

© 2017 Бурцева Е.А. ², Иванов Д.В. ¹, Сандлер И.Л. ², Султанов И.И. ²

¹ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара, Россия

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», г. Самара, Россия

В работе рассматривается имитационное моделирование гидроприводной системы управления для летучих ножниц гильотинного типа. Имитационная модель выполнена при помощи современного пакета анализа систем MatLab при использовании библиотек Simulink и SimHydraulic (подраздела SimScape). Получены переходные характеристики перемещения штока гидроцилиндра в прямом направлении и, соответственно, в обратном. Разработанная имитационная модель может использоваться для моделирования и исследования работы гидроприводной системы в аварийной ситуации, чтобы предварительно отработать работу системы без затрат на реальные испытания, а также для демонстрации ее в целях обучения.

Ключевые слова: гидравлика, гидропривод, моделирование, MatLab, система управления, летучие ножницы, гильотина, шток, гидроцилиндр, имитационная модель, Simulink, SimHydraulic.

Применение имитационного и математического моделирования в процессе обучения способствует развитию математической подготовки и формированию профессиональных компетенций обучающихся [1-4].

Ножницы гильотинного типа – это специализированное оборудование для резки металла. Гидравлические, пневматические и механические гильотинные ножницы широко применяются для резки и раскроя металла в рулонах, листах и полосках в продольном и поперечном направлении. Гильотинные ножницы используют при производстве труб, вентиляции, уголков и других металлических изделий. Их преимущество заключается в точной резке, которая не оставляет дефектов, таких как зазубрины и вмятины на срезе, сохранение целостности защитного слоя на поверхности обрабатываемого изделия.

Актуальность работы заключается в том, что есть необходимость в изучении гидравлического привода и создании имитационной модели для дальнейшего внедрения в учебный процесс, а также теоретического и практического изучения гидропривода и всех его составляющих компонентов.

Цель работы: создание модели гидроприводной системы летучих ножниц гильотинного типа, получение переходных характеристик перемещения штоков гидроцилиндров режущего ножа и группы гидроцилиндров прижима заготовки для внедрения в учебный процесс по дисциплине «Электрический и гидравлический привод мехатронных и робототехнических устройств». Средой для разработки структурной и функциональной схемы был пакет MatLab при использовании библиотек Simulink и SimHydraulic подраздела SimScape [5,6] для изучения работы гидропривода и дальнейшего использования в учебном процессе или возможности дальнейшего исследования на примере разработанной схемы.

Основные задачи:

- обзор существующих имитационных моделей летучих ножниц, предназначенных для изучения компонентов пакета MatLab и принципов работы ножниц;
- разработка структурной схемы гидроприводной части летучих ножниц гильотинного типа;
- разработка имитационной модели в пакете MatLab при использовании библиотек Simulink и SimHydraulic (подраздела SimScape);

- получение основных переходных характеристик гидроцилиндров управляющих частей летучих ножниц на основе модели.

Имитационная модель гидроприводной системы управления летучими ножницами гильотинного типа разработана на основе гидравлической схемы рис. 1, в которой предусмотрены следующие контуры: контур, осуществляющий перемещение гильотинного ножа, и контур, осуществляющий управление прижимными гидроцилиндрами, фиксирующими лист металла (заготовки). Гидравлическая схема включает в себя

следующие элементы: гидроцилиндры двухстороннего действия – для ножа, и одностороннего действия – для прижима; три моностабильных электрогидравлических распределителя 4/3; один моностабильный электрогидравлический распределитель 4/2; пять обратных клапанов; два фильтра; два насоса; мотор; два предохранительных клапана. Для каждого из контуров управления предусмотрены соответствующие насосы, которые создают в гидросистемах соответствующее давление, равное 23 бар и 90 бар [7,8].

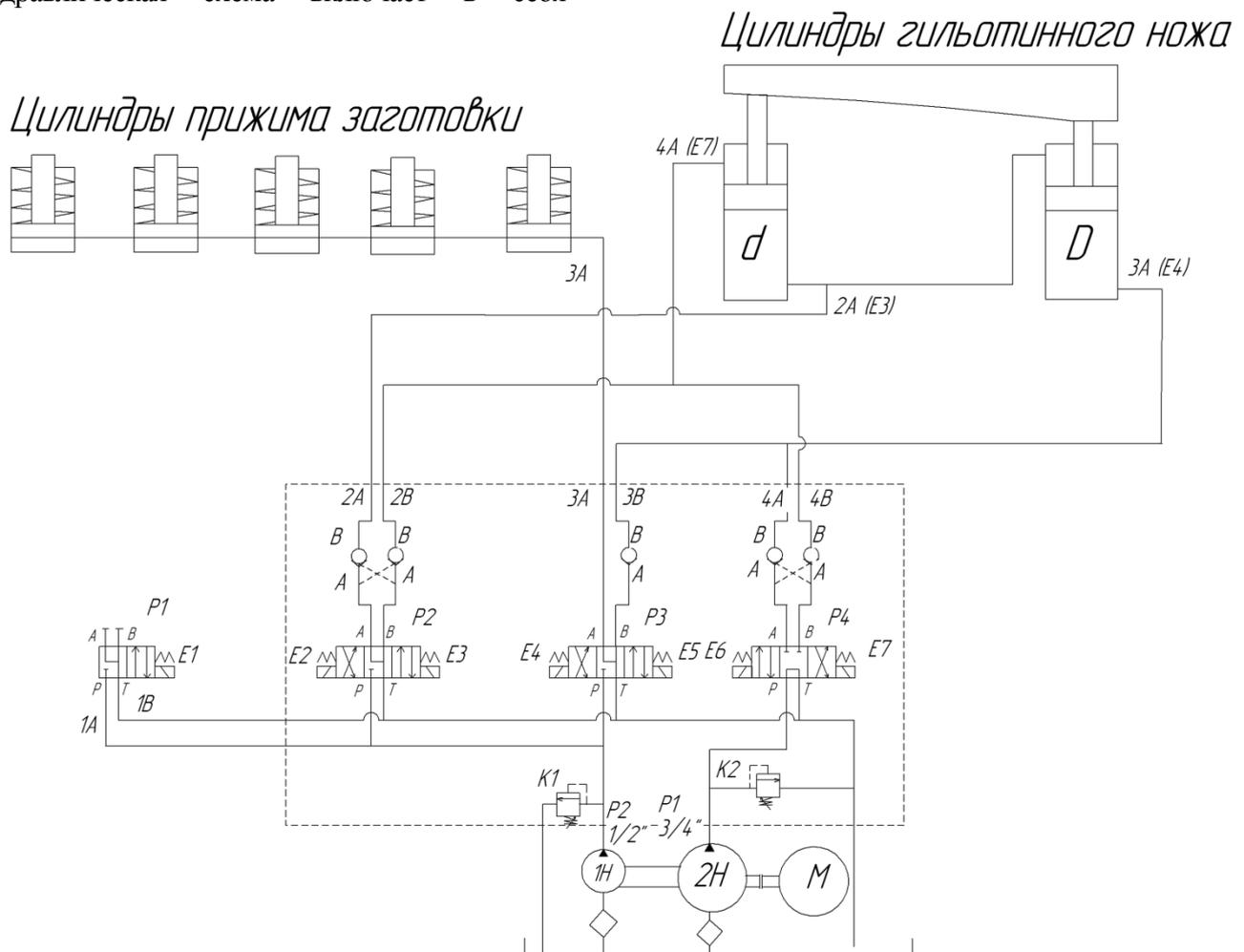


Рисунок 1 – Гидравлическая схема гидропривода летучих ножниц гильотинного типа

На рисунке 1 изображена гидравлическая схема гидропривода летучих ножниц гильотинного типа. Мотор М приводит в действие насосы Н1 – контур управления и Н2 – контур ножа. Во избежание перегрузки гидросистемы от давления, превышающего допустимое, используются предохранительные клапаны К1 и К2. Управление летучими ножницами

осуществляется при помощи четырех распределителей, положение которых определяется срабатыванием соленоидов. Распределитель Р3 управляет цилиндрами прижима заготовки: при нажатии Е5 группа цилиндров прижимает заготовку, а при нажатии Е4 цилиндры возвращаются в исходное положение. Распределитель Р2 предназначен для регулирования угла реза, а

именно: при срабатывании E2 угол уменьшается, а E3 увеличивается. Эти параметры регулируются оператором в зависимости от толщины стали. Распределитель P4 управляет процессом резки – соленоид E6 отвечает за поднятие ножа, а E7

– за резку, также в системе предусмотрена кнопка сброса E1, при срабатывании которой распределитель P1 открывается и происходит сброс давления со всех элементов системы.

Имитационная модель имеет вид, показанный на рис.2.

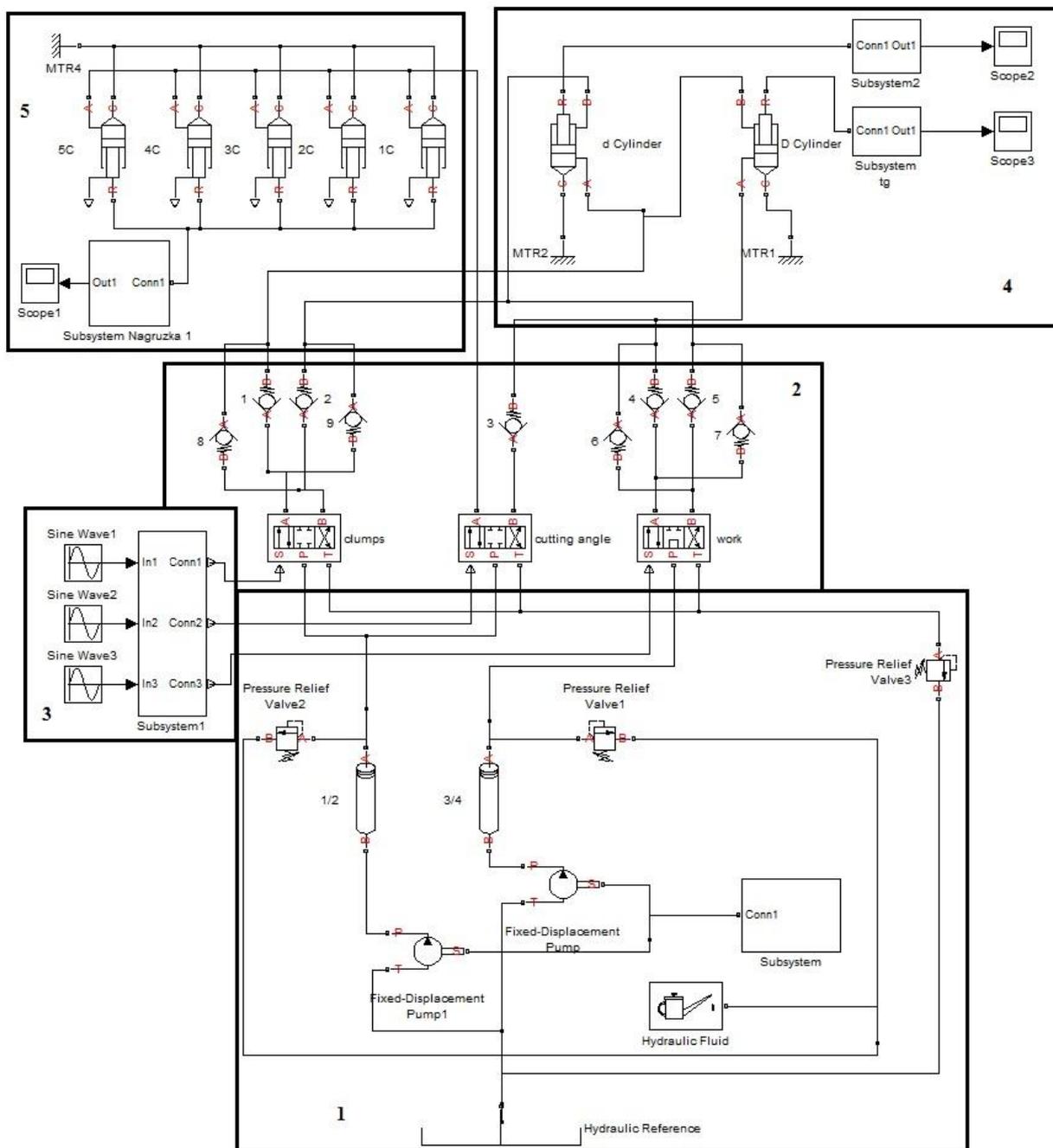


Рисунок 2 – Общая схема имитационной модели летучих ножниц гильотинного типа

На рисунке 3 изображен блок подготовки жидкости (1). На схеме блоком 1 обозначена связь с атмосферным давлением. Блок 2 определяет жидкость в системе. Блоки 3, 4 имитируют работу насосов. Субсистема 5 моделирует работу двигателя. Блоки 6 и 7

предназначены для определения диаметров труб в контурах гидросистемы. Блоки 8 и 9 – предохранительные клапаны, которые предназначены для предохранения гидросистемы от давления, превышающего допустимое.

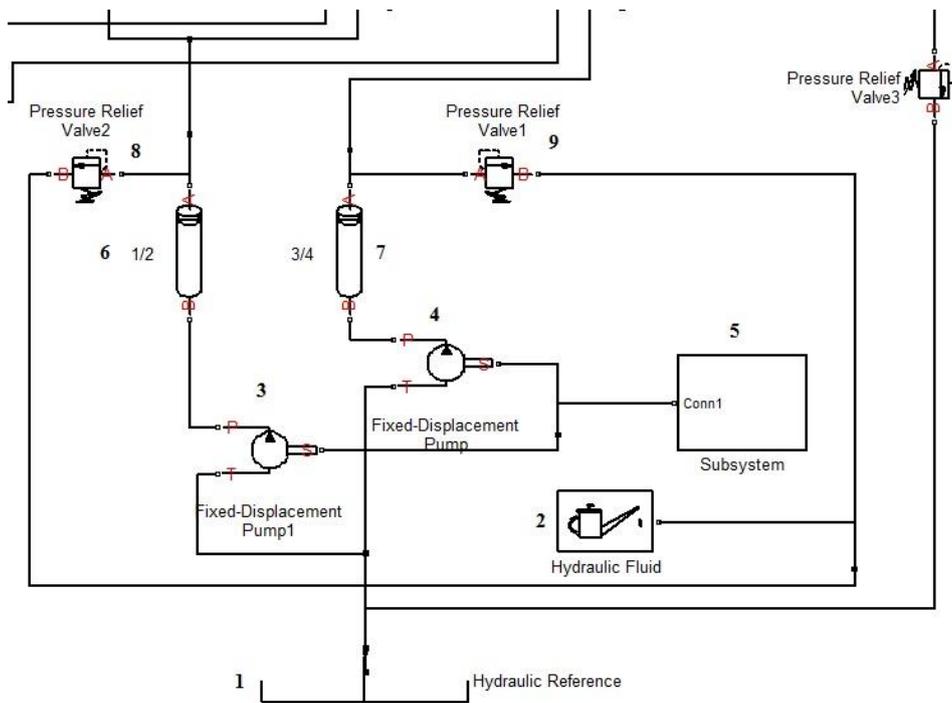


Рисунок 3 – Блок подготовки жидкости

На рисунке 4 представлен блок управления (2). В данной части схемы при помощи распределителей моделируются режимы работы летучих ножниц гильотинного типа. Распределитель 1 моделирует режим корректировки угла реза. Распределитель 2 отвечает за прижим заготовки группой цилиндров. Распределитель 3 моделирует режим резки. Системы обратных клапанов 4 и 5

предназначены для нормального функционирования системы, то есть при выдвижении цилиндров прижима и цилиндров ножа открываются клапаны 1–4. При обратном движении штока в цилиндрах жидкость путем наименьшего сопротивления протекает через обратные клапаны 5-8, которые подключены перекрестно.

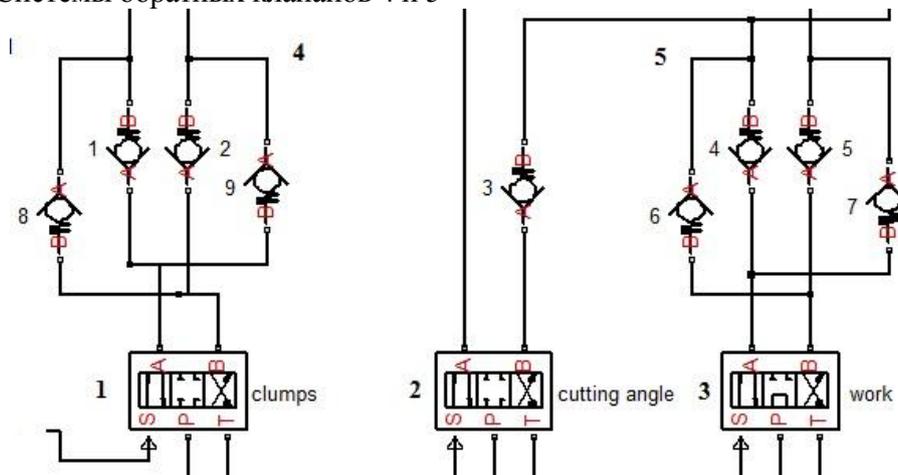


Рисунок 4 – Блок управления

На рисунке 5 изображен задатчик управления. Данная субсистема предназначена для управления

распределителями при помощи управляющих импульсов.

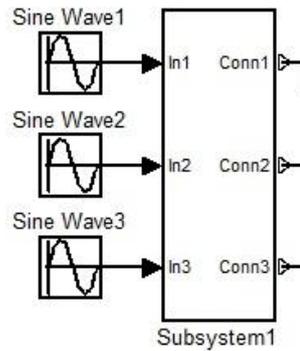


Рисунок 5 – Задатчик управления

На рисунке 6 изображен блок гидроцилиндров гильотинного ножа. Блоки 1 и 2 представлены в виде гидроцилиндров, предназначенных для перемещения ножа. 3 и 4 блоки являются опорами цилиндров. В подсистемах 5 и 6 расположены нагрузки (масса, сила упругости и демпинг). Блоки 7 и 8 – осциллографы для отображения переходных характеристик перемещения штока гидроцилиндра.

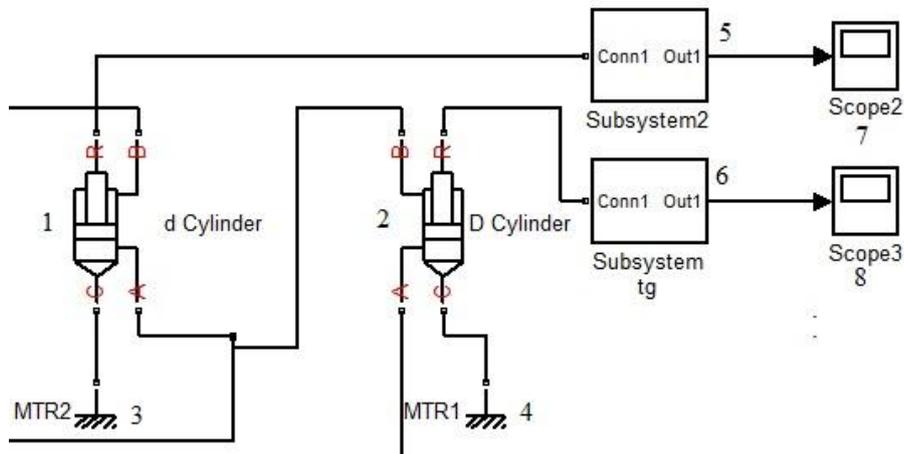


Рисунок 6 – Блок гидроцилиндров гильотинного ножа

На рисунке 7 изображен блок гидроцилиндров прижима заготовки. Система состоит из блока 3, который включает в себя 5 цилиндров одностороннего действия, предназначенных для прижима заготовки; в блоке 2 расположены механические нагрузки (масса, сила упругости и демпинг). Блок 1 – осциллограф для отображения переходных характеристик перемещения штоков прижимного устройства.

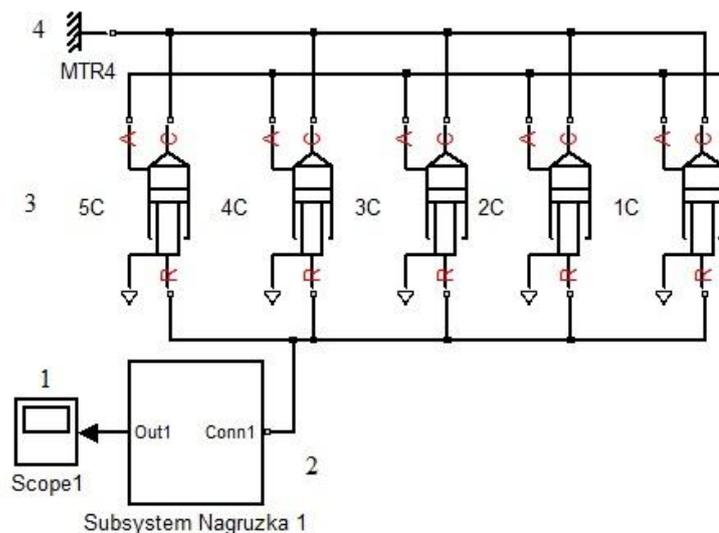


Рисунок 7 – Блок гидроцилиндров прижима заготовки

В результате моделирования были получены следующие переходные характеристики, представленные на рисунках 8, 9.

На рисунке 8 изображены переходные характеристики перемещения штоков гидроцилиндров ножа. Как видно из графика, в начале работы штоки

гидроцилиндров выдвигаются, поднимая нож (время выдвигания составляет 1,3 с). Далее система находится в состоянии ожидания управляющего импульса. Когда управляющий импульс поступает, начинается опускание ножа, которое длится 1,6 с. Затем система ожидает следующего управляющего импульса.

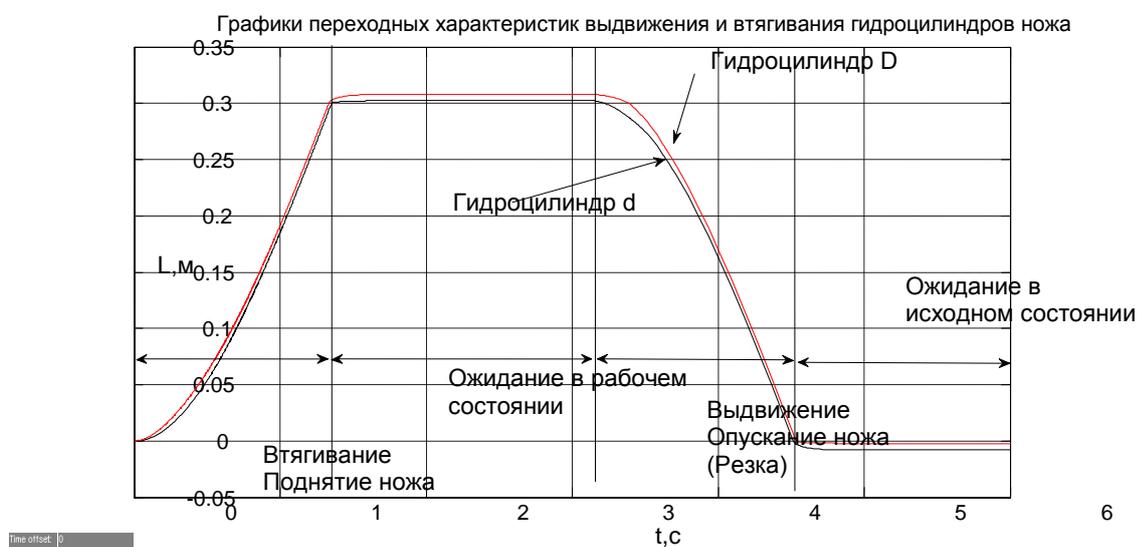


Рисунок 8 – Графики переходных характеристик выдвигания и втягивания гидроцилиндров ножа

Рисунок 9 представляет собой график переходной характеристики перемещения штоков прижимных гидроцилиндров.

Выдвигание штоков происходит за 0,87 с, после чего они остаются в этом положении до конца процесса резки.

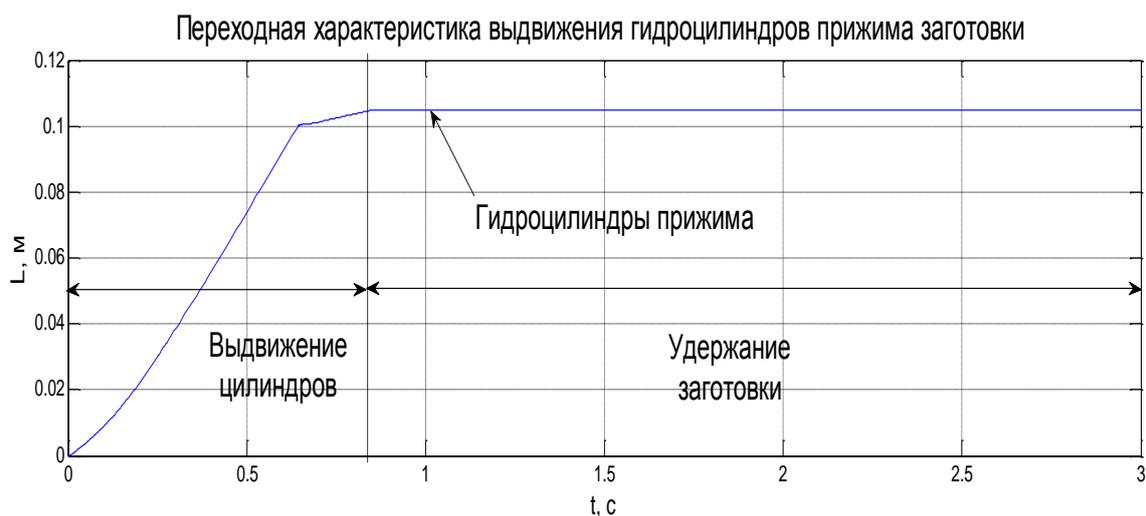


Рисунок 9 – График переходной характеристики выдвигания гидроцилиндров прижима заготовки

В результате работы была создана имитационная модель с помощью пакета MatLab при использовании библиотек Simulink и SimHydraulic (подраздела SimScape), сняты переходные характеристики перемещения штоков гидроцилиндров ножа и гидроцилиндров прижимного устройства. Также существует возможность расширения системы в сторону более детального рассмотрения каждого из контуров гидросистемы либо создание электрической и механической подсистем.

Данная разработка может представлять интерес для обучающихся ВУЗов, научных сотрудников, инженеров, которые занимаются изучением гидроприводов, систем на их основе и имитационным моделированием.

Дальнейшим направлением работы является создание адаптивной имитационной модели на основе рекуррентных алгоритмов [9-11], позволяющей отслеживать изменение параметров модели во времени.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов Л.В., Перов С.Н. О необходимости начальной подготовки студентов технических вузов в области инновационной деятельности//Вестник Международного института рынка. 2015 №1. С.127-132.
2. Коваленко Т.Д., Пономаренко В.Н. Моделирование профессионально – значимых математических компетенций бакалавров направлений подготовки высшего образования «Бизнес-информатика» и «Прикладная информатика»//Вестник Международного института рынка. 2015 №1. С.138-143.
3. Коваленко Т.Д., Лищинский Н.Я. Актуальные проблемы математической подготовки управленческих кадров //Научный руководитель.2015. Т. 1(8), 2015. №1 (8). С.12-19.
4. Melisheva E.P., Ivanov D.V. Informatics. Yelm, WA, USA, 2014.
5. Галдин Н.С. Гидравлические машины, объёмный гидропривод: учебное пособие. – СибАДИ, 2009. – 272с.
6. Руппель А.А., Сагандыков А.А., Корытов М.С. Моделирование гидравлических систем в matlab: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 172с.
7. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики: Учебное пособие для вузов по специальности «Гидропривод и гидропневматика». – М.: Машиностроение, 1979. – 232с.

8. Экснер Х., Фрейтаг Р., Д-р Гайс Х., Ланг Р., Опольцер Й., Шваб П., Зумпф Е., Остендорфф У., Райк М. Гидропривод. Основы и компоненты. Том 1: учебное пособие. – Эрбах: Бош Рексрот АГ, 2003. – 323с.
9. Кацюба О.А., Иванов Д.В. Идентификация параметров многомерных по входу линейных динамических систем с помехами во входных и выходном сигналах методом стохастической аппроксимации// Системы управления и информационные технологии. 2009. Т. 38. № 4. С. 15-19.
10. Иванов Д.В., Кацюба О.А. Рекуррентная параметрическая идентификация многомерных линейных динамических систем с локально автокоррелированными помехами во входных и выходных сигналах// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. 2011. № 4 (25). С. 102-109.
11. Сандлер И.Л. Рекуррентное оценивание параметров многомерных линейных динамических систем с помехами наблюдений в выходных сигналах //Наука и образование транспорту. 2014. № 1. С. 205-207.

SIMULATION MODELLING OF HYDRAULIC CONTROL SYSTEM BY FLYING SHEARS OF GUILLOTINE TYPE

© 2017 Dmitry V. Ivanov, Ilya L. Sandler, Ekaterina A. Burtseva, Ilya I. Sultanov

Samara State Transport University, Samara, Russia

This paper considers simulation of hydraulic control system for flying shears of guillotine type. The simulation model is implemented with the help of modern ATP systems with MatLab using the Simulink library and SimHydraulic (subsection SimScape). The authors obtained transient response of the hydraulic cylinder displacement in the forward direction, and accordingly, reverse. The developed simulation model can be used to simulate and study the work of the hydraulic system in an emergency situation that would first develop the system, without the cost of the actual test, and its demonstration in order to teach.

Keywords: hydraulics, hydraulic modeling, MatLab, control system, flying shear, guillotine, stock, cylinder, simulation model, Simulink, SimHydraulic