



ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

Известия

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И.Раззакова

Выпуск 3 (67) 2023

И.Раззаков атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН

Жарчысы

KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
WWW.KSTU.KG

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

ИЗВЕСТИЯ

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. РАЗЗАКОВА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
2023

№3 (67)

Теоретический и прикладной научно-технический
журнал

Учредитель: Кыргызский государственный
технический университет им. И.Раззакова
Адрес редакции: 720044, Кыргызская Республика,
город Бишкек, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66,
каб.272.

Тел.: +996(312) 54-51-40

Сайт: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova>

email: journalkstu@gmail.com

journal@kstu.kg

Журнал зарегистрирован в Министерстве юстиции
Кыргызской Республики
Свидетельство № 925 от 16 января 2004 года.

ISSN 1694-8335

Журнал зарегистрирован в Российском индексе
научного цитирования

Материалы журнала проходят независимое
рецензирование

Подписан в печать 01.11.2023

Тираж 50 экз.

Отпечатано в ИД «Калем»

Главный редактор: М.К. Чыныбаев, кандидат
физико-математических наук, доцент, ректор КГТУ
им. И.Раззакова

Тел.: Тел.: (312)54-51-25

Электронная почта: rector@kstu.kg

Заместитель главного редактора: Б.Т. Торобеков,
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе

Тел.: Тел.: (312)54-51-40

Электронная почта: torobekov@kstu.kg

Ответственный секретарь: А.Б.Аманкулова
тел.: 0550-660-442
0505-660-442

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.А. Алымкулов – д. т. н., профессор
М.З. Алыматов – д. т. н., профессор
М.К. Асаналиев – д. педаг. н. профессор
А.А. Акунов – д. истор. н., профессор
М.Б. Баткибекова – д. хим. н., профессор
А.Б. Бакасова – д.т. н., профессор
Ж.И. Батырканов – д. т. н., профессор
И.В. Бочкарев – д. т. н., профессор
У.Н. Бримкулов – д. т. н., профессор, чл.-корр. НАН КР
Ж.Т.Галбаев – д.т.н., профессор
М. Дж. Джаманбаев – д. физ.-мат. н. профессор
М.С. Джуматаев – д. т. н., профессор, академик НАН КР
У.Р. Давлятов – д. т. н., профессор, член-корр. НАН КР
Т.Б. Дуйшеналиев – д. физ.-мат. н., профессор
Т.Ш. Джунушалиева – д. хим. н., профессор
К.М. Иванов – д. т. н., профессор (Россия)
А.С. Иманкулова – д. т. н., профессор
Г.Дж. Кабаева – д. физ.-мат. н., профессор
К. Ч. Кожозулов – д. т. н., профессор, чл.-корр. НАН КР
Т.Ы. Маткеримов – д. т. н., профессор
М.М. Мусульманова – д. т. н., профессор
А.Дж. Обозов – д.т.н., профессор, член-корр. НАН КР
К.О. Осмонбетов – д. геолого-минерал. н., профессор
Н.Д. Розаев – д. т. н., профессор (Россия)
А.Б. Салиев – д. физ.-мат. н., профессор
Р.М. Султаналиева – д. физ.-мат. н., профессор, член-корр. НАН КР
А.Т. Татыбеков – д. т. н., профессор
Ж.Ж. Тургумбаев – д. т. н., профессор
А.С.Уметалиев – д.э.н., профессор

© Кыргызский государственный технический
университет им. И. Раззакова, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

Данилина Н.В. Пространственно-территориальные аспекты реконструкции городских улиц	1237
Ельчищева Т.Ф., Полохов М.С., Кольцова П.А. Применение нейросетей в архитектурном проектировании и дизайне среды	1243
Кусаинов А.М. Практический опыт применения технологии фотограмметрии в современном архитектурном проектировании	1250
Маанаева Н.М. Поиск образа малых архитектурных форм с этнокультурным уклоном	1257
Мищенко Е.С., Ельчищева Т.Ф., Маликова Д.А. Повышение качества подготовки архитекторов путем внедрения федеральной образовательной программы (на примере стратегии развития проекта «умный город» в Тамбовской области)	1264
Омурканова А.К., Бапышов Д.Н. Состояние и условия ведения градостроительного мониторинга планировки и застройки г. Бишкек	1274
Омурканова А.К., Бапышов Д.Н. Теоретические аспекты градостроительного мониторинга	1282
Рысбекова Э.С., Казыбаева А.А., Назарова А.Н. Исследование архитектурно-строительных материалов, применяемых на юге Кыргызстана	1289
Садикова С.Н., Уралов А.С. Предложения по восстановлению и сохранению историчности Самарканда	1295
Сатенов А.Э. Анализ квартальной застройки города Бишкек и современные тенденции урбанизации	1303
Смирнов Ю.Н., Алишов А.А., Раимжанова Д.С., Тажидинов И.С. Сохранение и развитие ландшафта горы «Сулайман-тоо» в городе Ош как объект исследования историко-культурного наследия на великом шелковом пути	1313
Ташкулов У.Б. Проблемы исследования кочевой архитектуры	1320

ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ

Чымыров А.У., Исмаилов Н.Ы., Тыныбекова А.Т., Бектуров А.К. Выбор параметров аэрофотосъемки с применением беспилотных летательных аппаратов	1328
--	------

ГОРНОЕ ДЕЛО

Казакбаева Г.О., Тажибаев Д.К., Жумабаев Б., Клягин Н.И. Влияние трещин на распределения полей остаточных напряжений вокруг очистной камеры	1335
Назаралиев Б.А., Ермошкин Н.Н., Шамшиев О.Ш., Курманалиев К.З. Концентрационные совокупности содержания золота и генетическая классификация руд месторождения Джамгыр	1343
Назаралиев Б.А., Зарлыков А.К., Шамшиев О.Ш., Курманалиев К.З. Характеристики структуры, неоднородности и прерывистости распределения золота месторождения Джамгыр	1354
Пак Н.Т., Альпиев М.Е., Ивлева Е.А., Бережная Л.Л. Минералого-технологические особенности золото-медных серпентинитовых руд месторождения Бозымчак	1366
Тажибаев К.Т., Карабаева Б.К., Тажибаев Д.К. Техничко-экономические показатели циклично-поточной технологии в сравнении с цикличной технологией для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй	1375

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Воробьев А.Е., Торобеков Б.Т., Маматалиев М. А. Развитие концепции «умный светофор»	1523
Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Арыкбаев К., Орунбекова Р., Татанова А. Анализ и способы улучшения пропускных способностей пересечения улиц г. Бишкек. ...	1529
Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Матисаков А.Ж., Орунбекова Р., Татанова А. Разработка рекомендаций для улучшения пропускных способностей пересечений города Бишкек	1535
Кабаева Г. Дж., Арзыматов Б.М. Исследование долговечности твёрдосмазочных покрытий на деталях вакуумных подшипников, нанесенных методом контактного массопереноса	1541
Муслимов А.П., Абдыкеримова Д.К., Шульц А.Ю. Разработка принципиальной схемы автоматической системы управления режимами работ гидропресса и построение математической модели основных её элементов в Matlab Simulink	1549
Коростелев С.А., Горбачев А.В., Баранов А.С., Талалаев Д.В. Тяговые показатели колесных лесохозяйственных тракторов при работе на склонах	1557

ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Абдурахмонов Г.А., Назымов М.Б. Оценка водных ресурсов и промышленных источников загрязнения в Баткенской области	1563
Vorobyov A.E., Abdurakhmonov G.A., Kozhogulova G.K. Features of the technique of landslides field studies	1570
Дамирова А.Д., Асанкулов Н.М., Керимкулов С.К., Салибаев А.М. Расчет дополнительных напряжений за счет прокладки полиэтиленовых газопроводов в сейсмических регионах	1577
Дамирова А.Д., Асанкулов Н.М., Керимкулов С.К., Салибаев А.М. Обеспечение прочности и устойчивости магистральных газопроводов в сейсмически опасных зонах	1582

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ

Шербекова А.А., Токталиева А.К. Анализ и оценка финансового потенциала строительного комплекса Кыргызской Республики	1587
---	------

ЭНЕРГЕТИКА

Галбаев Ж.Т., Борукаев Б.Т., Уметалиев С.Д. Особенности работы ветряной энергетической установки юрточного типа с вертикальной осью вращения	1596
Жолдошова Б.М. О целесообразности компенсации реактивной мощности в распределительных сетях 6-35 кв	1604
Суюнтбекова Н.А. Оценка потери мощности в линии электропередачи при случайном изменении тока нагрузки с помощью виртуального прибора в среде LABVIEW	1612
Терентьев П.В., Мартюхин Д.А. Современный подход ик-диагностики воздушных линий электропередачи	1620
Терентьев П.В., Чертилов Д.А. Экономическая целесообразность внедрения активной системы позиционирования объектов микрогенерации на основе фотоэлектрических солнечных модулей	1630

А.П. Муслимов, Д.К. Абдыкеримова, А.Ю. Шульц
И.Раззаков ат.КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им.И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.P. Muslimov, D.K. Abdykerimova, A.Y. Shults
Kyrgyz State Technical University n. a. I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic

**РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТ ГИДРОПРЕССА И ПОСТРОЕНИЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОСНОВНЫХ ЕЁ ЭЛЕМЕНТОВ В МАТЛАБ
SIMULINK**

**МАТЛАБ SIMULINK МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛИН ТУЗУУ ЖАНА АНЫН
НЕГИЗГИ ЭЛЕМЕНТТЕРИНДЕ ГИДРОПРЕССТИН ИШТӨӨ ТАРТИБИНИН
АВТОМАТТЫК БАШКАРУУ ТУТУМУНУН СХЕМАЛЫК ПРИНЦИПИН ИШТЕП
ЧЫГУУ**

**DEVELOPMENT OF A SCHEMATIC DIAGRAM OF AN AUTOMATIC CONTROL
SYSTEM FOR THE MODES OF OPERATION OF A HYDRAULIC PRESS AND THE
CONSTRUCTION OF A MATHEMATICAL MODEL OF ITS MAIN ELEMENTS IN
MATLAB SIMULINK**

Сунушталган иш металлды басым менен кайра иштетүү боюнча автоматтык гидропресстин башкаруу системасын иштеп чыгууга арналган.

Жабдуулардын иштөө тартиптерин автоматташтыруу жана автоматтык башкаруу машина куруудагы негизги милдеттердин бири бойдон калууда, анткени өндүрүлгөн продукциянын тактыгын жогорулатуу артыкчылыктуу болуп саналат.

Машина бөлүктөрүнүн тактыгын жогорулатуу олуттуу жабдуулардын иштешин жаакшыртат жана анын кызмат мөөнөтүн кээде жогорулатат, ошондуктан так (жогорку тактыктагы) басым металл иштетүү милдети чечүүнү талап кылган заманбап машина курууда маанилүү көйгөй болуп саналат.

Түйүндүү сөздөр: автоматтык система, гидропресс, математикалык модель, MATLAB.

Представленная работа посвящена разработке автоматической системы управления работой гидропресса при обработке металлов давлением.

Автоматизация и автоматическое управления режимами работ оборудования остается одной из основных задач в машиностроении, поскольку является приоритетной повышения точности изготавливаемой продукции.

Повышения точности деталей машин существенно улучшает характеристики оборудования и в разы увеличивает его срок службы, поэтому задача по прецизионной (высокоточной) обработки металлов давления является важной проблемой в современном машиностроении, требующей решение.

Ключевые слова: автоматическая система, гидропресс, математический модель, MATLAB.

The presented work is devoted to the development of an automatic control system for the operation of a hydraulic press when processing metals by pressure.

Automation and automatic control of equipment operation modes remains one of the main tasks in mechanical engineering, since it is a priority to improve the accuracy of manufactured products.

Improving the accuracy of machine parts significantly improves the characteristics of equipment and significantly increases its service life, therefore, the task of precision (high-precision) processing of pressure metals is an important problem in modern mechanical engineering that requires a solution.

Key words: *automatic system, hydraulic press, mathematical model, MATLAB.*

Целью работы является улучшение качества обработки деталей давлением путем автоматического регулирования скорости гидропривода в ходе выполнения технологического процесса.

Автоматическая система управления: Основными характеристиками системы управления является устойчивость и качество регулирования.

Устойчивая система когда она возвращается в положения равновесия не зависимо от действующих сил.

Качество системы в целом выражается конкретными характеристиками переходного процесса. Чаще всего благодаря системе управление стремятся минимизировать длительность времени переходного процесса. На время переходного процесса влияет множество параметров всей системы. Основные элементы в системе: входят датчик давления и регулятор расхода. В уровень контроля входит ПЛК (программируемый логический контроллер) и программа регулирования к примеру ПИД (пропорционально-интегрально-дифференцирующий) регулятор. От качества совместно налаженной работы в большей степени зависит время переходного процесса объекта управления.

Объектом управления является силовой гидроцилиндр (гидравлический пресс). На работу гидравлического пресса влияют: выходная характеристика гидронасоса (зависит от нагрузки), характеристика рабочей жидкости, изменяющаяся в большей степени от температуры и загрязнения металлической стружкой, утечки (изменяются в следствие нагрузки и износа), она компенсируются до определенного момента автоматической системой а также своевременной заменой уплотнителей и шлангов. Вследствие влияния вышеописанных факторов проектирование автоматической системы является непростой и очень востребованной задачей при полной автоматизации. ПЛК собирает всю информацию с датчиков обрабатывает её и перестраивает под технологический процесс с помощью различных регуляторов (пропорционально-интегрально-дифференцирующего, линейно квадратичного регулятора) и передает на управляющие устройства. Задача регулятора удерживать время переходных процессов в определённых рамках.

Под SCADA понимают диспетчерское управление и сбор данных. SCADA комбинация предыдущих уровней используемая для доступа к данным и системам управления из одного интерфейса. Интерфейс визуализирует процессы системы что позволяет наглядно видеть работу системы и своевременно устранять возникавшие ошибки и аварии.

Разработка принципиальной схемы системы автоматического управления гидропривода пресса:

При обработке металла давлением важно сохранять давление в заданном значении. Так как в системе возникают утечки давление в рабочей полости цилиндра падает для поддержания стабильного давления разработана система автоматического регулирования. С её помощью расход возрастает ровно на столько, чтобы компенсировать утечки. Давление остается стабильным при этом структура обрабатываемой детали получается более однородной [1].

Принцип работы системы (рис. 1) заключается в следующем: при увеличении нагрузки в гидроцилиндр возрастает давление в рабочей полости. Возросшее давление

приводит к пропорциональному увеличению утечек во всей системе и в большей степени в уплотнениях гидроцилиндра.

Одновременно возросшее давление в рабочей полости воздействует на датчик давления, тем самым увеличивая сигнал рассогласования. Сигнал от датчика усиливается и направляется в ПЛК. В ПЛК сигнал с датчика учитывается регулятором на основании чего последний формирует сигнал рассогласования. Полученный сигнал рассогласования усиливается усилителем $У$ в блоке ПЛК и идет на управление электромагнит регулятора расхода. Регулятор расхода за счёт увеличения проходной щели пропорционально увеличивает расход, тем самым компенсируя утечки в гидроцилиндре. Скорость перемещения силового цилиндра будет постоянной, следовательно, и скорость деформирования заготовки тоже постоянной.

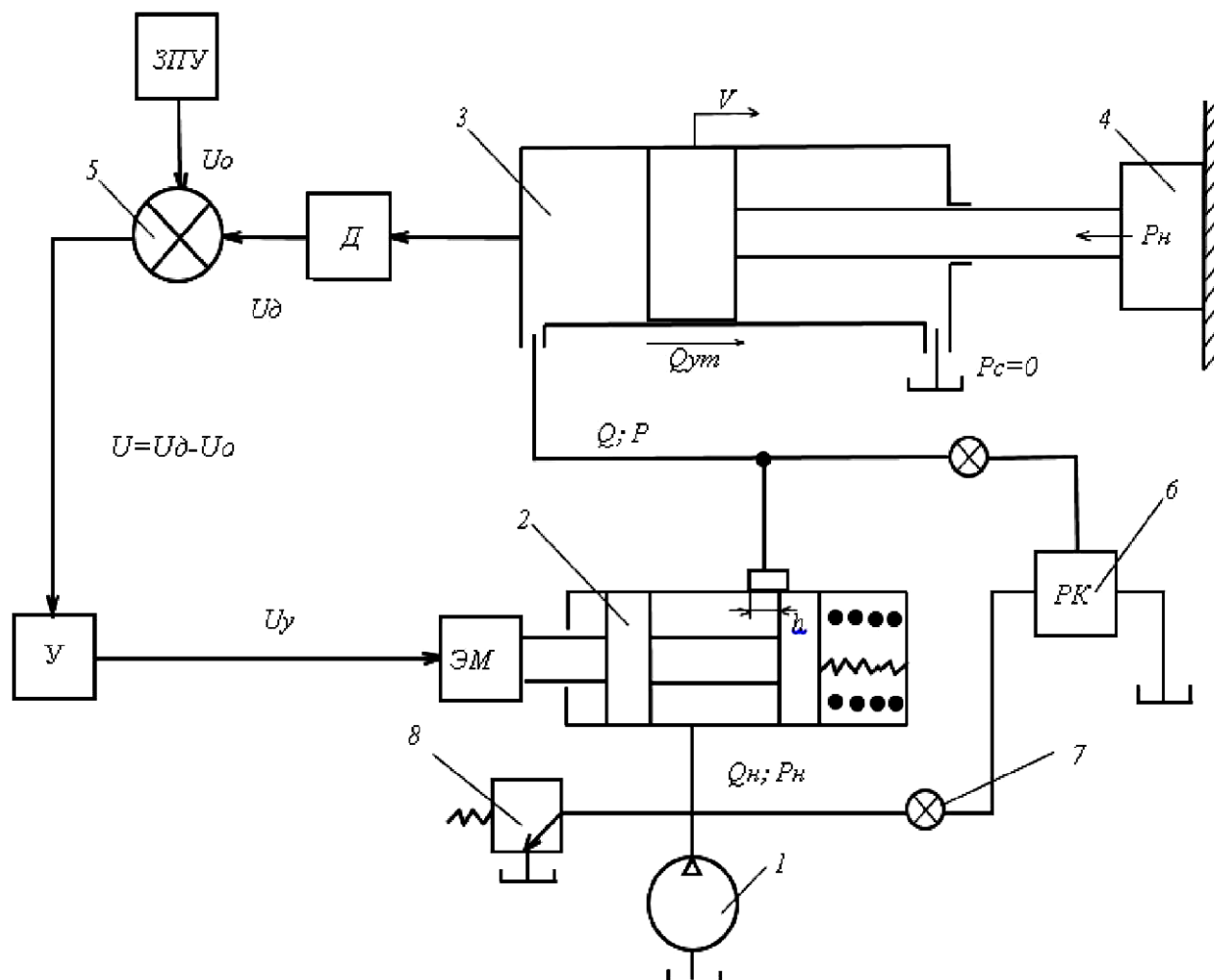


Рис. 1. Принципиальная схема автоматической системы управления

1-насос постоянной производительности; 2-регулятор расхода; 3-силовой цилиндр прессы; 4-Заготовка; Д-Тензометрический датчик давления; ЗПУ-задающие программное устройство; У-усилитель сигнала; 5 суматор; 6 редукционный клапан; 7 демпфера; 8 клапан защиты по давлению.

С целью исключения больших колебаний золотника и перепада давлений в гидравлической системе САУ, а также для обеспечения линейности выходных параметров регулятора, параллельно к регулятору подключён редукционный клапан 6 с двумя демпферами 7 [1;2].

При уменьшении нагрузки описанные процессы происходят в обратном порядке. Давление в рабочей полости P и утечки $Q_{ут}$ снижаются, скорость движения поршня

возрастает, но за счет уменьшения давления в рабочей полости гидроцилиндра возникает величина сигнала рассогласования уменьшается, что приводит к уменьшению h распределителя. Величина h уменьшается настолько, чтобы скорость движения исполнительного органа пресса оставалась постоянной.

Уравнения движения гидроцилиндра в динамике:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = pF - b_{тр} \frac{dx}{dt} - C_{пр}x - R_n \quad (1)$$

m - масса цилиндра со штоком;

F - Площадь цилиндра (m^2);

R_n - рабочая нагрузка;

$C_{пр}$ - жёсткость пружины;

$b_{тр}$ - коэффициент вязкого трения демпфера;

$\frac{d^2 x}{dt^2}$ - ускорение;

$\frac{dx}{dt}$ - скорость цилиндра (первая производная по перемещению);

x - перемещение.

p_F - сила приложенная к поршню;

p - давление в рабочей полости гидроцилиндра.

Для учета сжимаемости жидкости в этом дифференциальном уравнении нужно знать значение давления в рабочей камере. Гидравлическая жидкость сжимается, особенно в гидроприводе с давлением от 160 бар и выше.

$$\frac{dp}{dt} = \frac{E}{V} \left(Q - F \frac{dx}{dt} \right) \quad (2)$$

$\frac{dp}{dt}$ - скорость изменения давления;

$\frac{dx}{dt}$ - скорость силового цилиндра (м/с);

E - приведённый объёмный модуль упругости рабочей жидкости

(модуль Юнга для масла 130000000 (кгс/м²));

V - объём сжимаемой рабочей жидкости (м³);

Q - расход, поступающий в рабочую камеру через дроссель (м³/с);

F - площадь цилиндра (м²).

Объёмный расход - в гидравлике объём жидкости или газа, протекающей через поперечное сечение потока в единицу времени.

Вывести выражение (2) нетрудно из формулы для определения объёмного модуля упругости (3). Если разнести дифференциалы давления и объёма по разные стороны знака равенства, а затем продифференцировать обе части по времени.

$$E = -V \frac{dp}{dv} \quad (3)$$

$\frac{dp}{dv}$ - скорость изменения давления от объёма

E - приведённый объёмный модуль упругости рабочей жидкости (мы используем модуль Юнга для масла)

V - объём сжимаемой рабочей жидкости.

Объём камеры в свою очередь можно описать формулой (3).

$$V = V_0 + Fx \quad (4)$$

V - объём сжимаемой рабочей жидкости;

V_0 — «мёртвый» объём (объём жидкости при нулевом положении x поршня);

Fx - объёмный расход (геометрический расход от перемещения цилиндра) (м³/с).

Уравнения, описывавшие расход через дроссель (5). [1;4]

$$Q = \mu f \sqrt{\frac{2}{\rho}} |p_n - p| \cdot \text{sign}(p_n - p) \quad (5)$$

Q - расход через дроссель;

μ - коэффициент расхода можно взять равным $\mu = 0,65$;

ρ - плотность рабочей жидкости $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$;

sign - (сигнум, от лат. *signum* - знак) кусочно-постоянная функция действительного аргумента;

f - площадь сечение дросселя;

p_n - давление в системе;

p - давление насоса.

Единственная поправка, которую нужно внести — это учёт теоретической возможности обратного тока рабочей жидкости в случае отрицательной разницы давлений (например, когда на поршень действует сила больше, чем может противопоставить сила со стороны рабочей жидкости). Без этого мы рискуем получить отрицательное подкоренное выражение. [1]

Теперь запишем эти уравнения для удобства в форме Коши.

$$\begin{aligned} m \frac{dv}{dt} &= pF - b_{tr} \frac{dx}{dt} - C_{pr}x; \\ \frac{dx}{dt} &= v; \\ \frac{dp}{dt} &= \frac{E}{V} \left(Q - F \frac{dx}{dt} \right); \\ Q &= \mu f \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_n - p|} \cdot \text{sign}(p_n - p); \end{aligned} \quad (6)$$

Видно, что у нас есть уравнения для трёх производных, которые требуют трёх начальных условий (скорость, перемещение и давление). Их мы смело можем принять нулевыми.

Решим полученную систему в *matlab simulink*. На (рис. 3.) показана схема математической модели на основании которой были построены графики переходных процессов гидропривода. Математическая модель не точная и требует доработки. Она не учитывает: утечки, геометрию распределителя, регулятора расхода и гидравлической линии, приближённую характеристику насоса (в модели она идеальная), приближённую нагрузочную характеристику обрабатываемой детали.

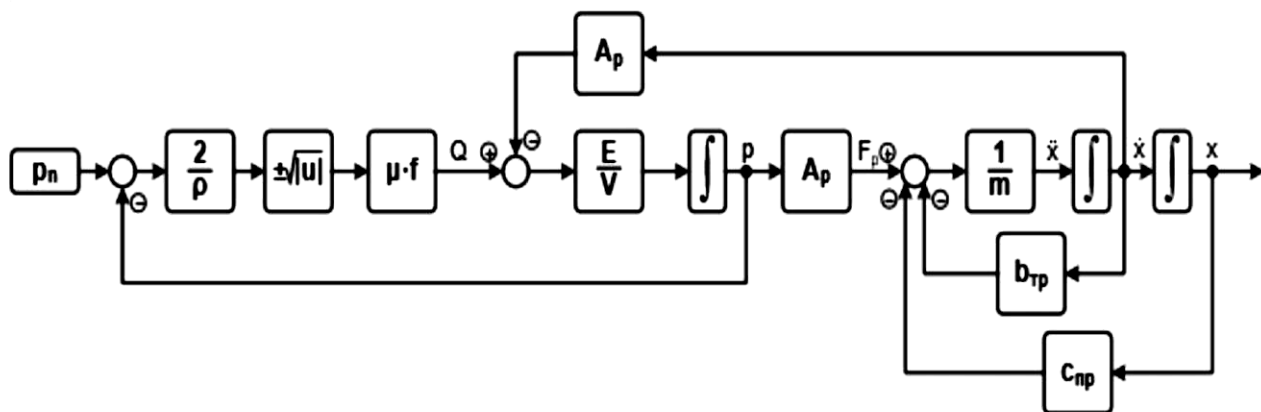


Рис. 2. Структурная схема гидроцилиндра одностороннего действия с дроссельным регулированием

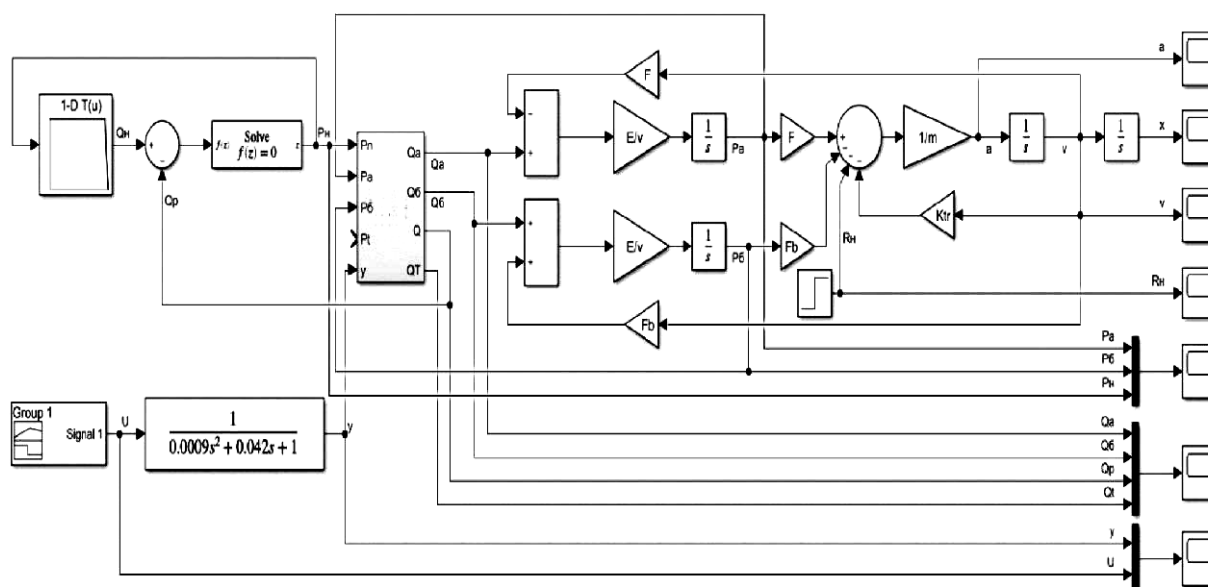


Рис. 3. Математическая модель, построенная по системе уравнений (7) в Matlab

Благодаря данному решению на основании нашей математической модели мы получили графики переходных процессов (рис. 4;5;6.)

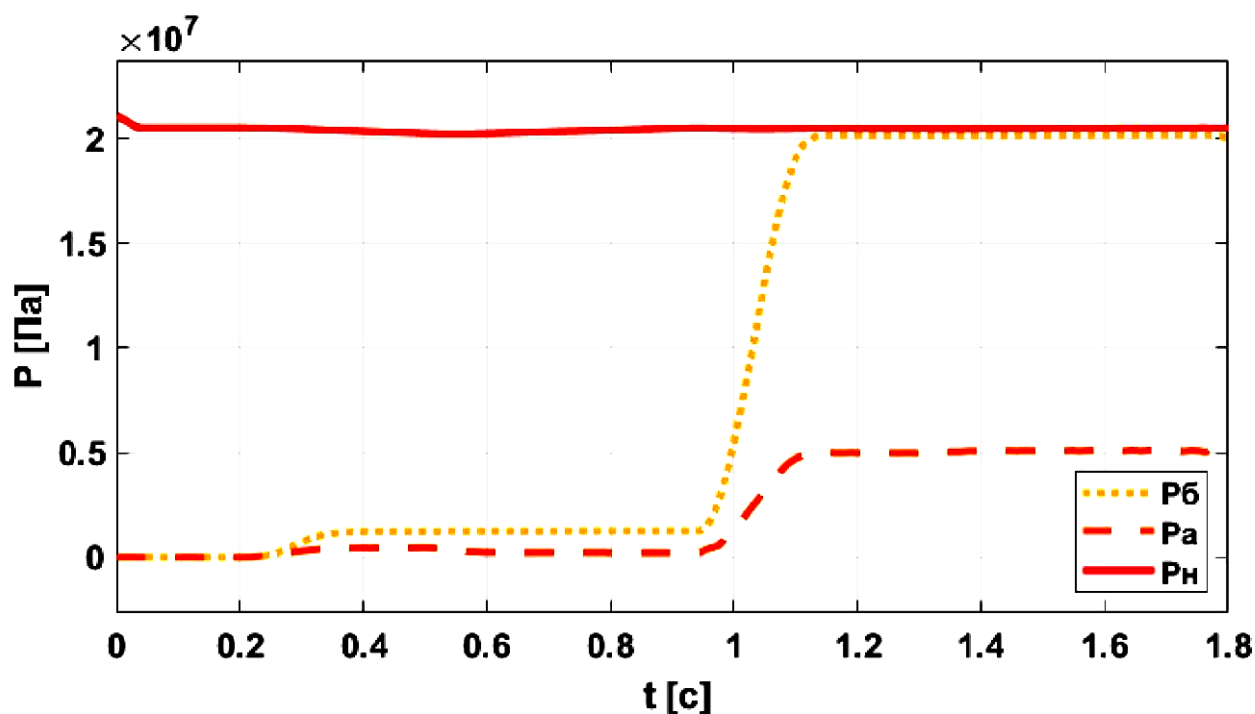


Рис. 4. График переходных процессов давлений в гидроприводе пресса.

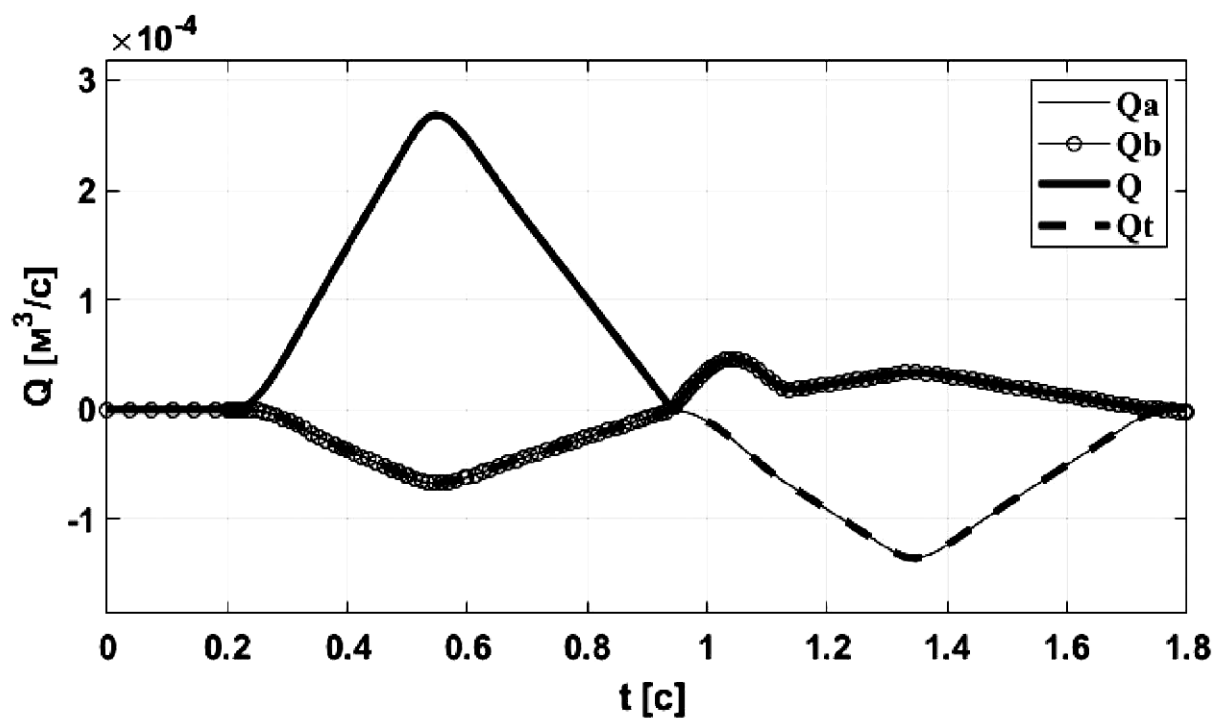


Рис. 5. График переходных процессов расхода в гидроприводе.

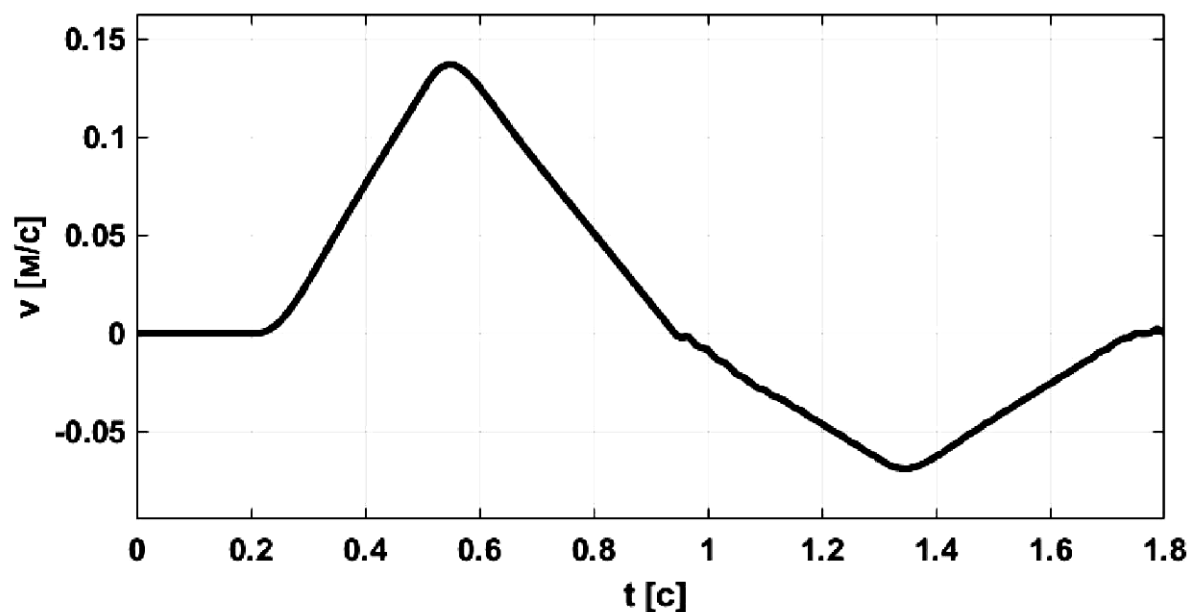


Рис. 6. График переходного процесса скорости движения штока гидропривода

Выводы:

1. Проведён обзор и анализ научно-технической и патентной литературы по автоматическому управлению и регулированию. На основании изученного материала была разработана принципиальная схема, предназначенная для управления гидроприводом пресса.

2. Разработана и исследована математическая модель объекта управления и регулятора расхода, позволяющая произвести расчет массо-геометрических параметров, необходимых для их проектирования и изготовления.

3. Разработанная автоматическая система может быть широко использована в прессовании металлов и других отраслях машиностроения с учетом доработки практически в любом оборудовании с гидроприводом.

Список литературы

1. Муслимов, А.П. Расчет и проектирование гидравлических систем машин / А.П. Муслимов, В.И. Нифадьев, П.И. Пахомов. –Бишкек: Изд-во КРСУ, 2006. – 164 с.
2. Муслимов, А.П. Автоматическое управление технологическими процессами в машиностроении / А.П. Муслимов, В.Б. Васильев. –Бишкек: Изд-во КРСУ, 2018. – 256 с.
3. Муслимов, А.П. Методическое пособие по выполнению курсового проекта «Основы автоматического управления» / А.П.Муслимов. - Бишкек: КРСУ, 2014.
4. Муслимов, А.П. Автоматическое управление технологическими процессами в машиностроении: Учебник МОиН КР / А.П. Муслимов , В.Б. Васильев. – Б.: Изд-во КРСУ, 2018. – 258 с.