

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Лазебная Людмила Александровна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ**

Специальность 05.13.06 – «Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами (по отраслям)
(технические науки)»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Донецк – 2019

Работа выполнена в ГОУВПО «ДОННТУ» Министерства образования и науки Донецкой народной республики (г. Донецк)

**Научный
руководитель**

Павлыш Владимир Николаевич,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Прикладная
математика» ГОУВПО «ДОННТУ» (г. Донецк)

**Официальные
оппоненты**

**Ведущая
организация**

Защита состоится «___» _____ 2019г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 01.024.04 при ГОУВПО «ДОННТУ» и ГОУВПО «ДОННУ» по адресу 283001, г.Донецк, ул.Артёма, 58, 1 уч.корпус, ауд.1.203 Тел./факс +38(062)3043055, E-mail uchensovet@donntu.org

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУВПО «ДОННТУ» по адресу 283001, г.Донецк, ул.Артёма, 58, 1 уч.корпус
Адрес сайта университета <http://donntu.org>

Автореферат разослан «___» _____ 2019г.

Учёный секретарь Д 01.024.04
канд. техн. наук, доцент

Т.В. Завадская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В промышленности и народном хозяйстве уголь является важным энергоносителем. Донбасс располагает большими запасами угля, основная масса которого добывается подземным способом. Научными и производственными коллективами проделана значительная работа по улучшению технико-экономических показателей отрасли. Технические возможности созданных и внедренных добычных и проходческих комплексов, транспортных средств позволяют значительно повысить нагрузку на забой.

Вместе с тем, интенсификация и концентрация горных работ, особенно по мере углубления шахт, все более ограничивается проявлениями опасных свойств угольных пластов, таких как газовыделение, пылеобразование, внезапные выбросы угля и газа, самовозгорание угля в массиве. В комплексе методов решения задач борьбы с основными опасностями при подземной добыче угля очень важное место занимают процессы воздействия на угольные пласты, позволяющие изменить их состояние и за счет этого снизить интенсивность проявления опасных и вредных свойств.

В числе способов воздействия выделяются технологические (схемы вскрытия, системы разработки, порядок отработки пластов, управление проявлениями давления горных пород, системы проветривания) и специальные (предварительное гидравлическое воздействие, увлажнение, пневматическое, физико-химическое воздействие, дегазация, комплексное воздействие).

Воздействие осуществляется в соответствии с разработанными технологическими схемами, параметры которых рассчитываются на основании теоретических представлений о процессе и описывающих их зависимостей.

Эффективность процессов воздействия определяется степенью снижения проявлений основных опасных и вредных свойств угольного пласта при выемке угля. Разработанные и внедренные способы воздействия на пласт дают возможность в определенной степени преодолеть негативное влияние основных опасностей и значительно повысить нагрузку на забой и улучшить условия труда. Однако эффективность применяемых средств в определенных горнотехнических и горно-геологических условиях все еще недостаточна, о чем свидетельствуют данные об авариях на ряде шахт. Одной из причин недостаточной эффективности воздействия является несовершенство способов контроля и управления процессами обработки, что не позволяет оперативно реагировать на частые изменения условий работы технологического оборудования, обусловленные анизотропией угольного пласта. Решение данной задачи возможно путем автоматизации управления процессами гидравлического и пневматического воздействия.

В этой связи развитие теоретических основ, совершенствование алгоритмов функционирования и модификация элементов систем автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты является важной

научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

Степень разработанности темы исследования. Решению проблем развития теории и технологии воздействия на угольные пласты посвящены работы многих научно-исследовательских институтов и вузов СНГ, в том числе МакНИИ, ДонУГИ, ВостНИИ, ИГТМ, РАНИМИ, ИФГП, ДонНТУ, МГГУ и др., а также зарубежных учреждений и вузов Германии, Чехии, Польши, Словакии, Англии, Австралии.

Одним из основных преимуществ способа гидравлического воздействия является заблаговременное и необратимое изменение свойств угольного массива, что позволит предупредить возникновение опасных явлений при разработке угольного пласта.

Исследованиями в области создания и совершенствования способов и средств нагнетания текучих веществ в угольный пласт занимались многие ученые: А.А. Скочинский, А.И. Ксенофонтова, А.С. Бурчаков, Э.М. Москаленко, Н.В. Ножкин, Г.Е. Панов, А.Ф. Булат, К.К. Софийский, Б.И. Медведев, А.Д. Алексеев, И.В. Антипов, В.Н. Павлыш, М. Маскет, Беккер, П.Б. Уартон и др.

Применяемые и предложенные к настоящему времени способы нагнетания жидкостей в угольный пласт дают принципиальную возможность предотвращения опасных явлений в шахтах.

Вместе с тем, несмотря на большой объем проведенных исследований, эффективность применяемых способов во многих случаях не удовлетворяет требованиям практики.

Анализ существующих способов нагнетания жидкостей в угольный пласт с целью борьбы с основными опасностями показывает, что необходимым условием высокой эффективности воздействия является равномерность гидравлической обработки угольного массива.

Главной причиной неравномерности распространения жидкости при нагнетании является анизотропия фильтрационных и коллекторских свойств пласта, выражающаяся в изменчивости значений коэффициента проницаемости и эффективной пористости по всем направлениям, что приводит к резким колебаниям параметров процесса. Эффективным способом поддержания стабильности воздействия является внедрения автоматизированного управления технологическим процессом обработки массива.

Целью работы является обоснование способов развития структур и методов модификации параметров систем управления процессом комплексного гидропневматического воздействия на анизотропный угольный массив для повышения эффективности борьбы с основными опасностями при подземной угледобыче.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены **следующие задачи:**

– выполнить анализ технологических схем гидравлического и пневматического воздействия на угольный пласт с целью определения

особенностей протекания процессов в условиях выраженной анизотропии угольного пласта;

- разработать математические модели и провести компьютерные исследования процессов нагнетания жидкости в угольный пласт подземным способом и с поверхности;

- проанализировать математические модели пневматического воздействия на угольный пласт, провести моделирование процесса и обосновать связь гидравлической и пневматической обработки;

- систематизировать параметры технологии и разработать алгоритмы управления процессами с учетом нестабильности их протекания;

- разработать рекомендации по модернизации параметров структурных элементов системы автоматизированного управления процессом комплексного гидропневматического воздействия;

- разработать структуру системы автоматизированного проектирования технологии управления процессами и обосновать ее параметры;

- разработать рекомендации для практического применения системы управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольный пласт.

Объект исследований – процессы гидравлического и пневматического воздействия на анизотропный угольный пласт.

Предмет исследований – математические модели, структура и алгоритмы функционирования системы автоматизированного управления процессами воздействия на угольный пласт.

Идея работы состоит в использовании особенностей физических явлений, происходящих при воздействии на анизотропный угольный пласт жидкими и газообразными агентами, для обоснования структуры и параметров системы автоматизации управления процессами, обеспечивающей повышение эффективности способа комплексной гидропневмообработки.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в работе применен комплексный метод, который включает в себя: анализ и обобщение данных исследований процессов гидравлического и пневматического воздействия на угольные пласты и методов расчета их параметров; математическое моделирование процессов на основе детерминированных математических моделей; теоретическое обоснование путей повышения эффективности процессов за счет использования автоматического управления; компьютерные эксперименты для обоснования и расчета параметров процессов.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена в соответствии с тематическими планами Донецкого национального технического университета и является частью исследований, в которых автор принимала участие как исполнитель: гостемы Н-19-10 «Разработка и исследование математических моделей и прикладного

программного обеспечения для компьютерного моделирования и расчета параметров сложных динамических систем», №Государственной регистрации 0113U000955; гостемы Н–25–05 «Исследование процессов, разработка математических моделей, прикладного и системного программного обеспечения для моделирования и расчета параметров динамических систем»; гостемы Н–18–15 «Исследование и разработка математических моделей и программного обеспечения для моделирования и расчёта параметров динамических систем»; гостемы Н–20–18 «Исследование процессов, разработка математических моделей и программного обеспечения для компьютерного моделирования и расчёта параметров сложных динамических систем».

Научная новизна и практическая ценность полученных результатов состоит в следующем.

Научная новизна:

– Впервые разработана детерминированная математическая модель процесса высоконапорного нагнетания гидровоздушной смеси в угольный пласт с поверхности как объекта управления, в основу которой положены уравнения математической физики. Использование новой модели позволяет определить влияние основных параметров процесса на качество воздействия.

– Впервые разработан алгоритм управления сбросом давления в технологической схеме обработки пласта с поверхности на основе редукции уравнений в частных производных к системе соотношений, позволяющих обосновать как дискретный, так и непрерывный характер управления, обеспечивающего предотвращение негативного влияния процесса на окружающую среду.

– Получили дальнейшее развитие методы модификации характеристик микропроцессорных устройств, составляющих элементную базу системы автоматизированного управления процессом.

– Обоснованы направления совершенствования алгоритмов управления и параметров оборудования для повышения эффективности и качества воздействия.

Практическая ценность:

– Разработаны алгоритмы и пакеты прикладных программ для компьютерной реализации предложенной детерминированной математической модели процесса принудительного внедрения газожидкостных смесей в неоднородную сплошную среду с неопределёнными характеристиками, что позволяет исследовать параметры процессов и системы управления.

– На основании результатов вычислительного эксперимента обоснованы направления совершенствования структуры и параметров систем управления процессами.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что обоснованная методика построения детерминированной математической модели, основанной на уравнениях в частных производных, отражающих физику

процессов, происходящих в неоднородной сплошной среде при напорном гидропневматическом воздействии, является новым эффективным теоретическим инструментом исследования технологических процессов без проведения долгосрочных дорогостоящих промышленных экспериментов.

Предложенный подход в дальнейшем может быть расширен и дополнен функциями автоматизированного проектирования для повышения качества управления, а также позволяет ставить и решать большой спектр статистических и математических расчетных задач и задач, связанных с принятием решений, имеющих место в технологических системах. Развитие данной разработки может осуществляться путем дополнения ее новыми решениями в области аналитического и численного анализа технологических схем, усовершенствования методов организации и управления специализированными процессами.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что результаты исследований имеют широкий спектр применения для различных предметных областей. Предложенная практическая реализация разработанной модели позволяет формировать базы данных о возможных наборах параметров оборудования для использования в системах автоматизированного управления и проектирования, что может послужить функциональным дополнением и развитием информационных систем различных предприятий и организаций.

Научные положения, выносимые на защиту.

1. Установлено, что процесс высоконапорного воздействия на угольный пласт гидровоздушной смесью с поверхности при сбросе давления сопровождается резкими выбросами загрязнённых растворов на большие расстояния от скважин, что наносит ущерб окружающей среде. На основе разработанной математической модели разработан алгоритм дискретно-аналогового сброса давления, применение которого позволяет устранить негативное влияние процесса на окружающее пространство.

2. Показано, что обоснованные методы модификации параметров элементов системы управления способствуют повышению быстродействия и качества управления процессом.

Степень достоверности и обоснованности результатов, положений и выводов обеспечивается корректным использованием результатов исследований, имеющих широкий спектр применения для различных технологических схем и режимов принудительного внедрения текучих агентов в сплошную среду неоднородного строения с выраженной анизотропией фильтрационных свойств. Предложенная практическая реализация результатов математического моделирования позволяет рекомендовать способы модификации технологии и параметров, что может послужить новым решением задачи повышения эффективности воздействия и качества обработки пластов, а также развития теории построения систем автоматизации управления процессами и проектирования оборудования.

Реализация выводов и рекомендаций работы подтверждается:

– внедрением в практику работы служб охраны труда на горных

предприятиях разработанного с участием автора нормативного документа «Регламентные требования к устройствам контроля параметров и управления процессом гидродинамической обработки угольных пластов» (Утверждено генеральной дирекцией ГП ДУКК, согласовано ГУ МакНИИ, ГУ ДонНИИ, г. Донецк, 2005г.);

– внедрением в учебный процесс ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (справка № 52.1-03/19 от 14.05.2019 об использовании в учебном процессе при чтении лекций и проведении практических (лабораторных) занятий на кафедрах «Искусственный интеллект и системный анализ» и «Прикладная математика» по дисциплинам: «Теория управления», «Имитационное моделирование», «Системный анализ сложных систем управления», «Системы управления предприятием», «Математические пакеты прикладных программ»).

Разработанные автором рекомендации по применению предложенных алгоритмов и структур системы управления процессом гидропневматического воздействия на угольный пласт приняты к использованию:

- в исследовательских и проектных работах Макеевского государственного научно-исследовательского института по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ) при разработке методов и средств повышения безопасности труда на шахтах;

- в научно-исследовательских работах ОАО «Автоматгормаш им. В.А. Антипова» при создании системы автоматизированного контроля и управления мероприятиями по технике безопасности и охране труда на шахтах.

Апробация результатов диссертации.

Основные результаты, положения и выводы диссертационной работы докладывались и обсуждались на: VII Международной научно-методической конференции «Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров» в городе Сусс (Тунис) с 08 по 17 октября 2013 г.; IX международной научно-практической конференции «Проблемы горного дела и экологии горного производства» (24-25 апреля 2014 г., г. Антрацит); XXI Международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века» (г. Севастополь, 15–20 сентября 2014г.); VIII Международной научно-методической конференции «Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров» в г. Хаммамет (Тунис) с 28 сентября по 5 октября 2014 г.; XXIII международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века» в г. Севастополе 12-18 сентября 2016 г.; IX Международной научно-методической конференции «Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров» в городе Сухум, 01–09 октября 2016 г.; IX Международном симпозиуме Geotechika 2000: Польша, Гливице-Устронь, 17-21 октября 2000г.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели, задач исследований, основных научных положений и выводов, разработке

математических моделей и программного обеспечения для их компьютерной реализации, разработке рекомендаций по практическому применению результатов; основные научные результаты диссертации включают в себя анализ особенностей протекания процессов, происходящих при напорном нагнетании жидкостей и газов в анизотропный угольный пласт с целью управления его состоянием для борьбы с основными опасностями при подземной угледобыче, математические модели, вычислительные методы и алгоритмы управления процессом гидропневматического воздействия, а также программные комплексы, что впервые позволило сформировать полное алгоритмическое и программное обеспечение системы автоматизированного управления процессами комплексной гидропневматической обработки угольных пластов; текст диссертации написан автором самостоятельно.

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 19 научных работах, из них 6 статей в специализированных изданиях, рекомендованных ВАК ДНР и в рецензируемых журналах, 2 в других изданиях, результаты прошли апробацию и опубликованы в материалах 11 международных научно-технических конференций. Публикации в достаточной мере отражают содержание работы.

Соответствие темы и содержания диссертации паспорту научной специальности.

Полученные результаты, положения и выводы отвечают требованиям паспорта специальности 05.13.06—«Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)», в частности: П.4 «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»; П.5 «Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСТПП и др.»; П.17 «Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ»; П.18 «Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ».

Тема и содержание диссертации «Совершенствование алгоритмов и параметров элементов системы автоматизированного управления процессом гидропневматического воздействия на угольные пласты» на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует паспорту научной специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)», по которой диссертационному совету Д 01.024.04 предоставлено право принимать диссертационные работы к защите.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 разделов и заключения, изложена на 164 страницах машинописного текста, содержит 52 рисунка, 11 таблиц, список использованной литературы из 124 наименований и 2 приложения на 10 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе «Анализ теоретических основ и технологии процессов гидропневматического воздействия на угольные пласты. Цель и задачи исследования» на основании исследования и анализа литературных и фондовых источников, нормативных документов по состоянию вопроса о нагнетании жидких и газообразных субстанций в угольные пласты показано, что в настоящее время этот способ борьбы с основными опасностями в шахтах получил широкое распространение в угольной промышленности, его развитию посвящен большой объем исследований.

Показано, что одним из негативных факторов, определяемых анизотропией угольных пластов, является существенная нестабильность параметров процессов, что не позволяет обеспечить требуемую эффективность обработки. Радикальным способом решения данной задачи является автоматизация контроля параметров и управления процессами гидравлической, пневматической и комплексной обработки угольных пластов.

В результате проведенного анализа сформулированы цель и задачи работы, представленные во введении.

Во втором разделе «Совершенствование структур и алгоритмов системы автоматизированного управления процессами гидропневматического воздействия на угольные пласты из подземных выработок» выполнено обоснование направления развития способов автоматизированного контроля параметров и управления технологическими процессами воздействия на угольные пласты. Исследования показали, что наиболее приемлемым путём для построения системы управления является применение специализированных устройств на базе микроконтроллера.

Структура базовой единицы системы приведена на рисунке 1.

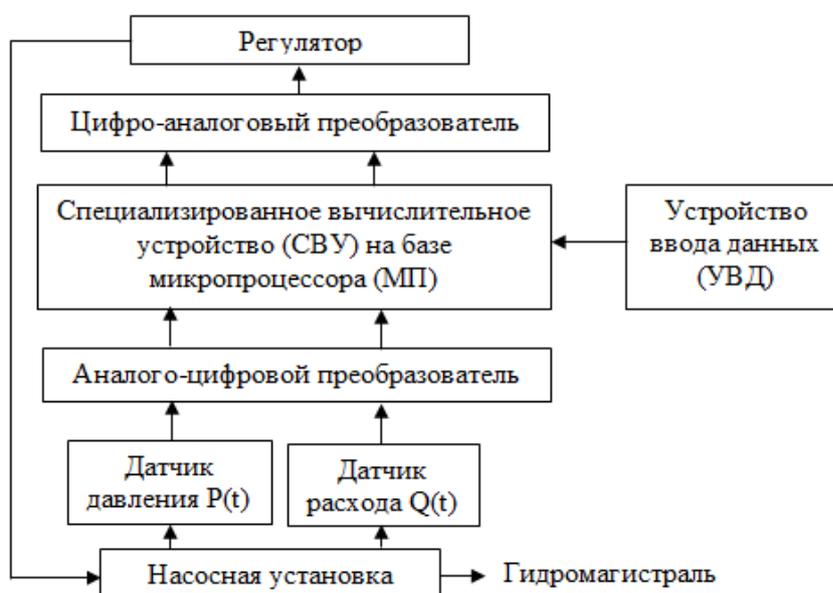


Рисунок 1 – Структура базовой единицы системы автоматизированного контроля и управления процессом нагнетания жидкости в угольный пласт

Блок-схема алгоритма функционирования базовой структуры приведена на рисунке 2.

При построении системы управления процессом важной составляющей является блок математического обеспечения, предназначенный для имитации состояния и оперативного определения текущих результатов обработки.

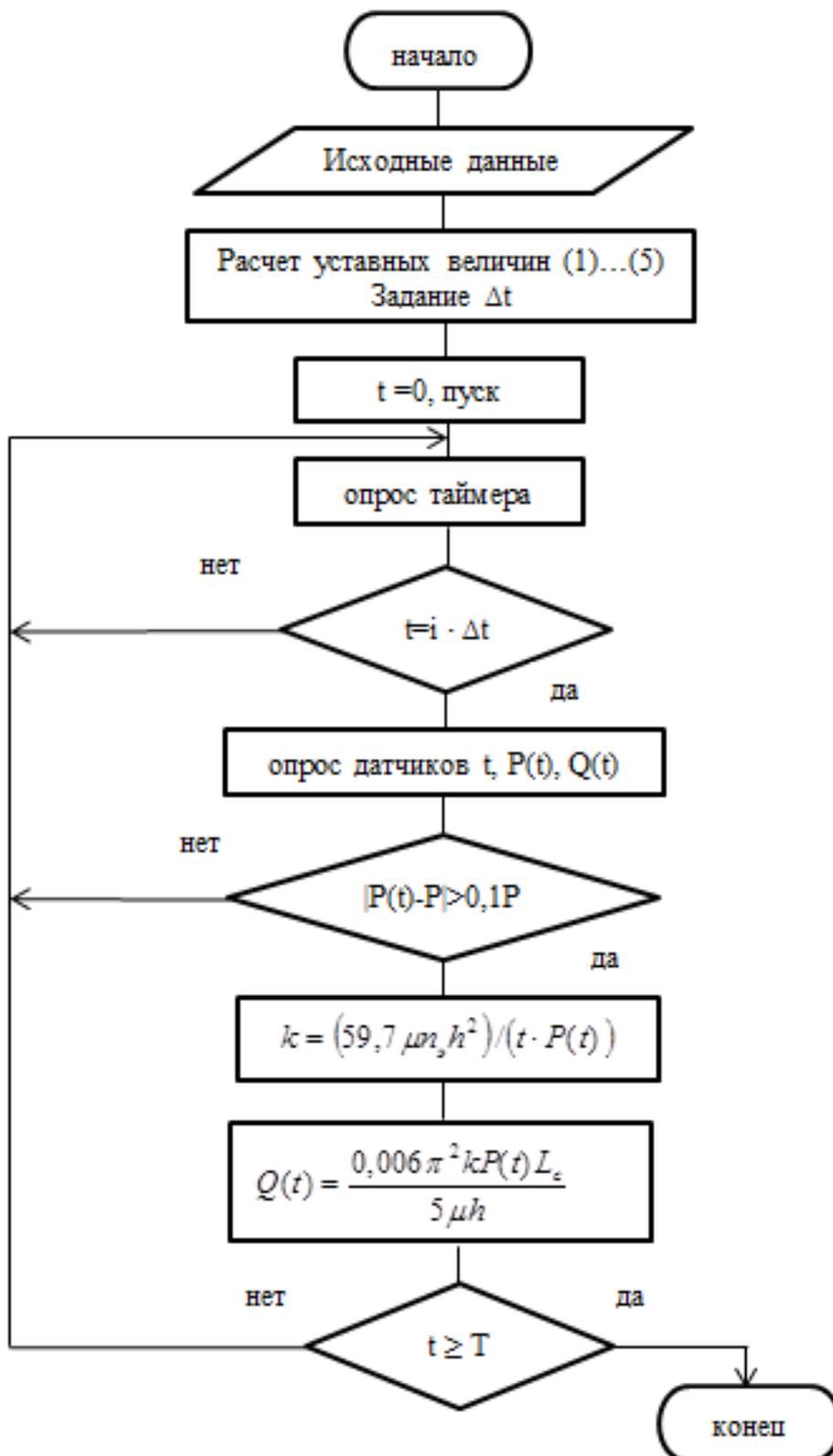


Рисунок 2– Блок-схема алгоритма функционирования устройства управления

На рисунке 3 приведена блок-схема алгоритма основной программы моделирования процесса MODEL.

С учётом вышеизложенного проводится разработка структуры системы автоматизированного управления процессом гидравлического воздействия.

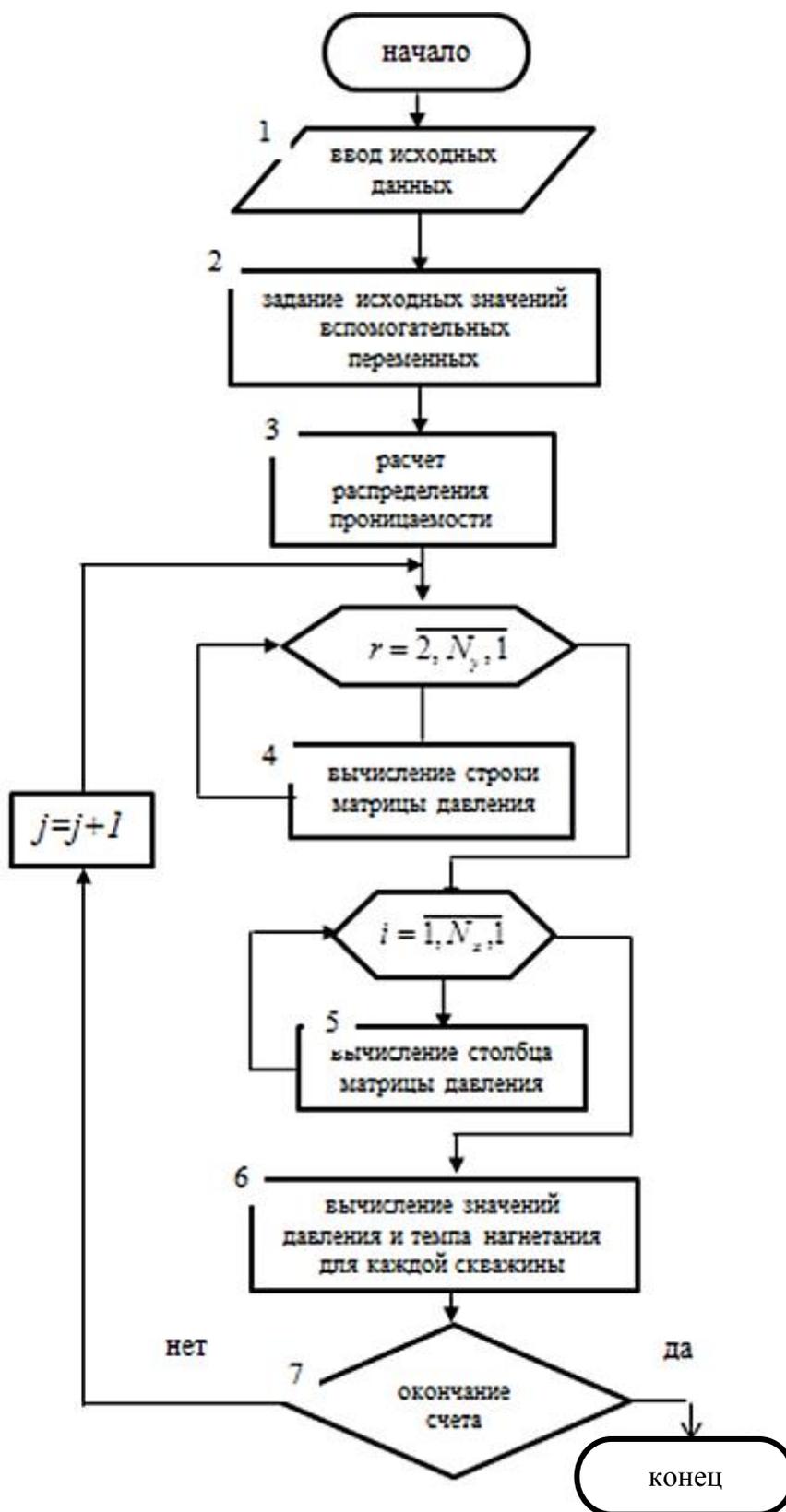


Рисунок 3 – Блок-схема основной программы (MODEL)

Введем обозначения структурных элементов системы:

SDH – обработка пласта через одиночную скважину, параллельную линии забоя;

LWT – обработка пласта по локальному способу;

RWT – обработка пласта через длинные опережающие скважины (региональный способ);

DSK – вскрытие пластов квершлагами;

СНТ – гидравлическое воздействие через каскад скважин, параллельных линии забоя.

Координацию работы осуществляет управляющий программный модуль (СРМ). Обобщенная структура системы приведена на рисунке 4.

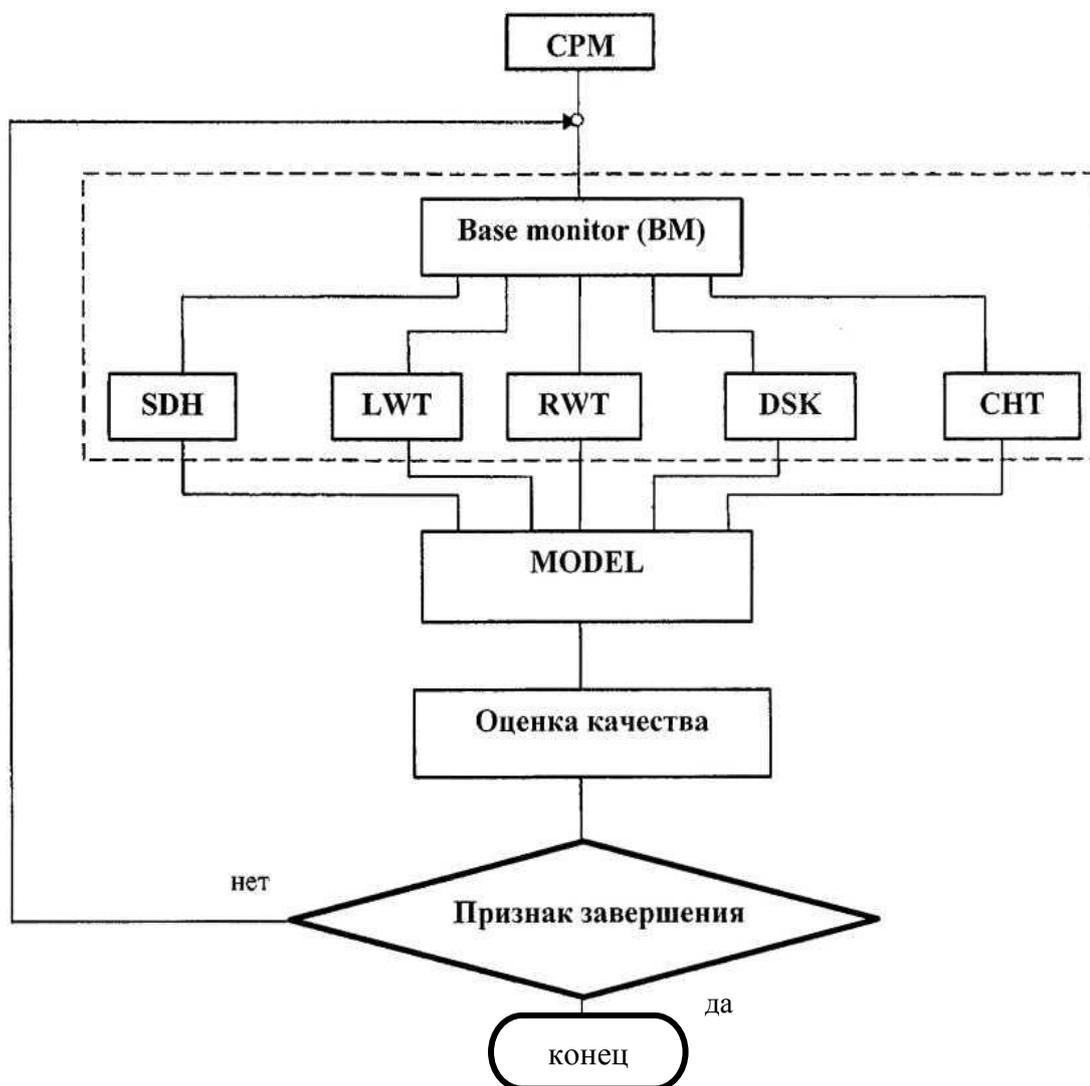


Рисунок 4 – Структурно-функциональная схема системы

В результате развития исследований способов предварительной обработки угольных пластов обосновано применение комплексного гидропневматического воздействия, предлагается структура системы автоматизированного управления процессами гидропневматической обработки угольного пласта, приведенная на рисунке 5.

В третьем разделе «Совершенствование математических моделей и алгоритмов управления процессом гидропневматического воздействия на угольный пласт с поверхности» на основании теоретических представлений о процессе пневмогидродинамического воздействия получены детерминированные математические модели процесса, обоснованы практические рекомендации по выбору технологических параметров и разработан алгоритм управления сбросом давления, при котором предотвращается отрицательное влияние процесса на прилегающую к нагнетательной скважине территорию.

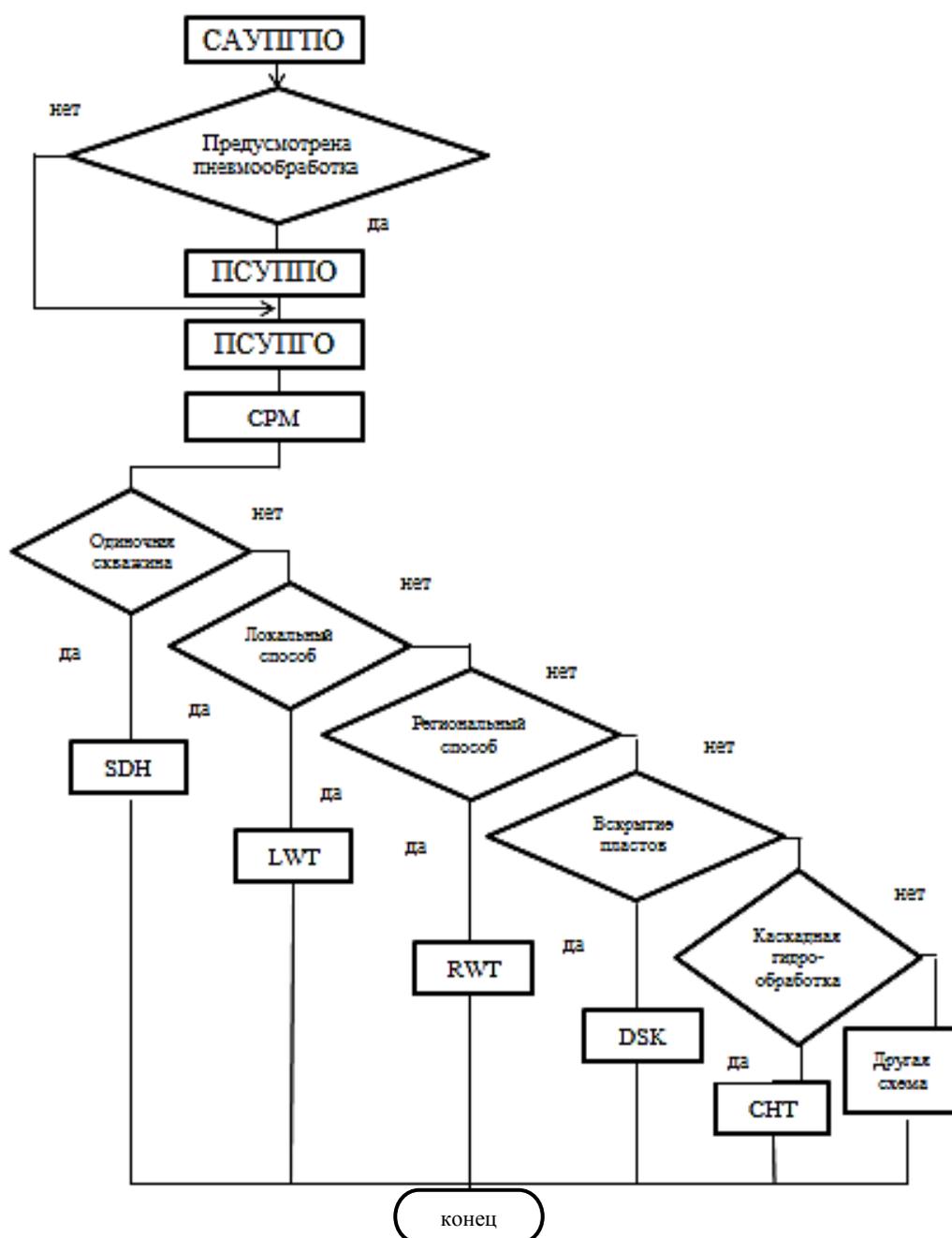


Рисунок 5 – Обобщенная структура системы автоматизированного управления процессами гидропневматической обработки угольного пласта

Применение методов автоматизированного проектирования с использованием компьютерных технологий в сочетании с оптимизацией управления проектом системы воздействия на угольный пласт обеспечивает повышение качества обработки пласта и эффективности воздействия.

На рисунке 6 приведена функционально-логическая схема проектирования.

На рисунке 7 приведена функционально-логическая структура САУ.

На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма выбора текущего вектора управления.

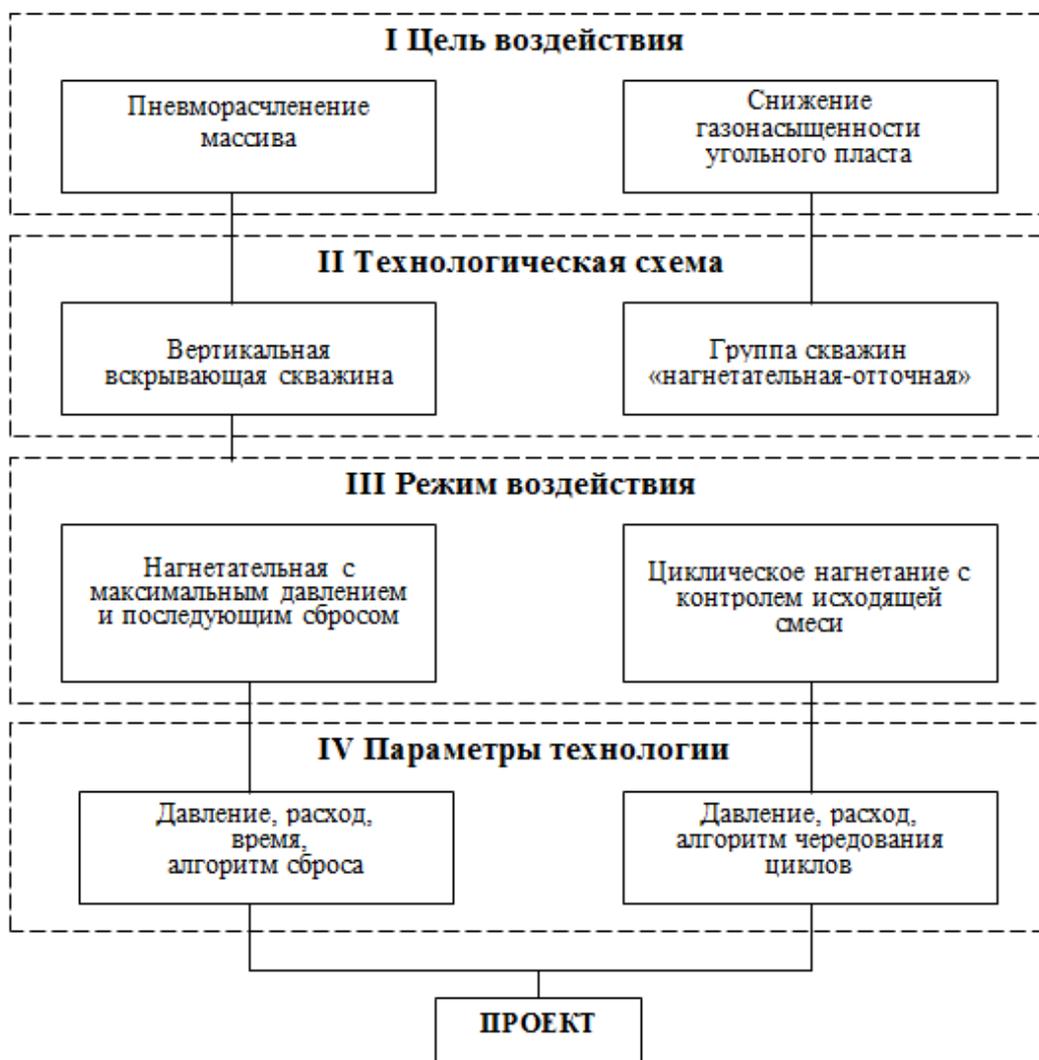


Рисунок 6 – Функционально-логическая схема проектирования комплекса пневмодинамического воздействия на угольные пласты и породные массивы

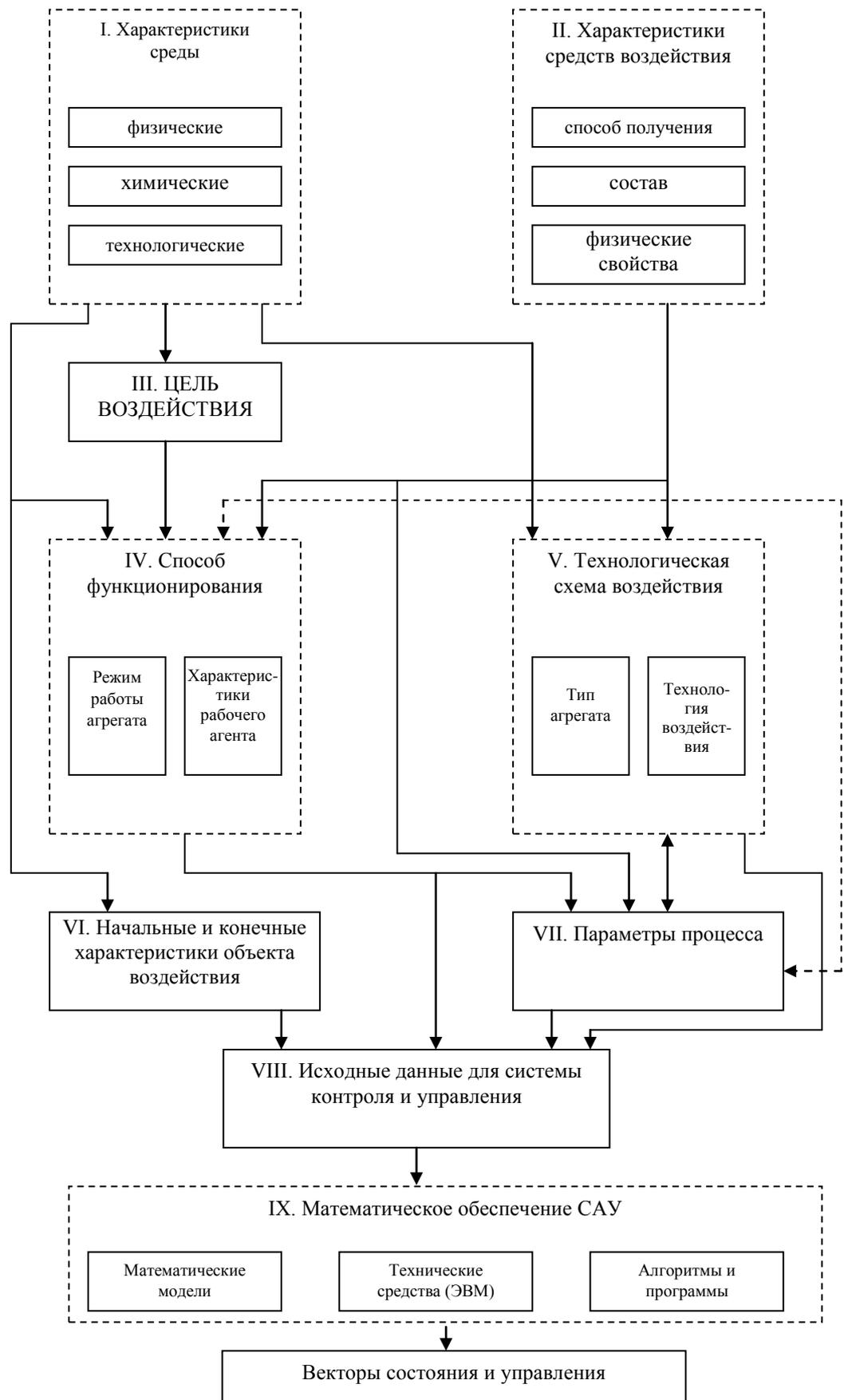


Рисунок 7 – Функционально-логическая структура системы автоматизированного управления (САУ)

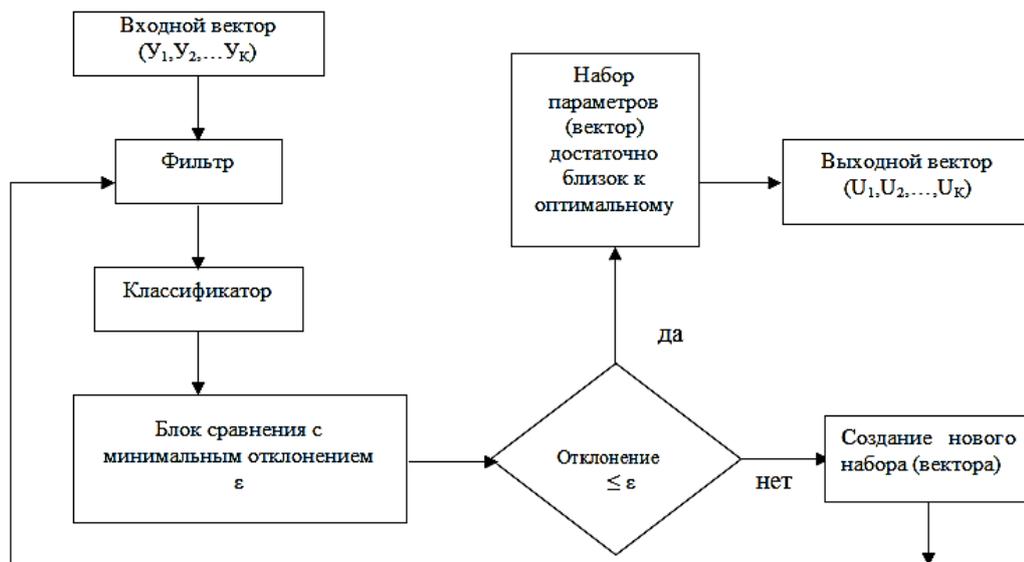


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма выбора текущего вектора управления

В четвертом разделе «Совершенствование параметров элементов системы автоматизированного управления» рассмотрены задачи выбора элементной базы и совершенствования характеристик структурных элементов. Показано, что последовательная многотактная выборка микрокоманды позволяет уменьшить число БИС ПЗУ в схеме микропрограммной памяти в Sраз, где S- число частей, на которые разбита микрокоманда.

Разработаны рекомендации по применению и дальнейшему развитию автоматизации управления процессами воздействия на угольные пласты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, в которой получено новое решение актуальной научно-технической задачи, заключающейся в развитии структуры, математического и алгоритмического обеспечения системы автоматизированного управления процессами комплексного гидropневматического воздействия на угольные пласты как средства борьбы с основными опасными явлениями при подземной угледобыче, обосновании параметров и алгоритмов функционирования системы и ее подсистем, обеспечивающих стабилизацию технологических характеристик процессов обработки угольных пластов и повышение на этой основе эффективности воздействия.

Основные научные результаты, полученные в работе, можно сформулировать следующим образом.

1. В результате анализа данных теоретических и экспериментальных исследований ряда авторов и организаций показано, что наиболее прогрессивным способом борьбы с основными опасностями при подземной добыче угля является комплексное гидropневматическое воздействие на разрабатываемый угольный пласт.

2. Установлено, что процесс гидравлического воздействия на угольный пласт сопровождается резкими колебаниями основных технологических параметров (давления и темпа нагнетания) в широком диапазоне, обусловленными выраженной анизотропией фильтрационных свойств угольного массива, что определяет необходимость применения средств контроля и управления технологическим оборудованием, обеспечивающих стабилизацию параметров процесса и повышение эффективности обработки пласта.

3. Методом математического моделирования показано, что процесс увлажнения угольного пласта при гидравлическом воздействии через одиночную скважину обуславливает высокий уровень вариации прироста влажности в обрабатываемом массиве.

4. Математические модели процесса гидравлического воздействия на угольный пласт составляют математическое обеспечение системы автоматизированного управления обработкой анизотропных массивов. Определены параметры технологии и системы управления:

а) контролируемые параметры – давление и темп нагнетания, объем поданной рабочей жидкости, время обработки, показатель качества и эффективности процесса;

б) управляющий параметр – темп нагнетания.

5. Разработаны структура и алгоритм функционирования устройства контроля параметров и управления процессом нагнетания жидкости в анизотропный пласт через одиночную скважину, которая является базовой единицей системы автоматизированного управления процессом гидравлического воздействия. В основу функционирования устройства положен программный принцип выполнения алгоритма управления процессом нагнетания, реализуемый микроконтроллером.

6. Разработана общая структура системы управления процессом гидравлического воздействия, включающая все практически используемые схемы и режимы гидравлической обработки. Разработаны структура и состав математического обеспечения системы, включающие математические модели процесса и алгоритмы их реализации.

7. Общий алгоритм решения задачи моделирования является универсальным, он обеспечивает возможность моделировать все включенные в систему схемы. Основная программа составлена для двумерной постановки задачи, причем рассматриваемая область может лежать как в плоскости пласта, так и в перпендикулярной ей плоскости. Различные варианты схем, режимов и положения области решения задаются набором исходных данных и заменой некоторых операторов программы.

8. Разработана структура подсистемы управления процессом пневмообработки, а также системы автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольный пласт.

9. Разработана детерминированная математическая модель высоконапорного воздействия на угольный пласт с поверхности, на

основании которой разработан алгоритм сброса давления, обеспечивающий безопасное для окружающей среды выполнение технологической операции.

10. Разработаны методы модификации параметров элементов системы управления, обеспечивающие повышение эффективности функционирования системы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК

1. Павлыш, В.Н. Автоматизированное управление процессом нагнетания жидкости в угольный пласт / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2003. - №2. - С.83-88.

2. Павлыш, В.Н. Автоматизация управления процессом комплексного гидропневматического воздействия на угольный пласт / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2014. - №1(34)-№2(35). - С.405-409.

3. Pavlysh, V.N. The mathematical models and function algorithms of automatic control system of dynamic treatment processon underground massive / V.N. Pavlysh, L.A. Lazebnaya // Искусственный интеллект. – 2014. - №4(66). - С.71-78.

4. Павлыш, В.Н. Алгоритмы функционирования и технические элементы подсистемы автоматизированного управления процессом нагнетания жидкости в угольный пласт / В.Н. Павлыш, И.В. Тарабаева, Л.А. Лазебная // Проблемы искусственного интеллекта. – 2017. - №3(6). – С.32–39.

5. Лазебная, Л.А. Применение математического моделирования для решения задачи повышения эффективности управления состоянием угольного пласта / Л.А. Лазебная // Информатика и кибернетика. – 2019. - №1(15). – С.36-41.

6. Павлыш, В.Н. Математические модели и алгоритмы управления процессами динамического воздействия на анизотропные подземные массивы / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Проблемы искусственного интеллекта. – 2019. - №2(13). – С.4-13.

Публикации в других научных изданиях

7. Pavlysh, V.N. The mathematical modeling and automatic control of pneumohydrodynamic treatment process on underground rock massifs / V.N. Pavlysh, L.A. Lazebnaya, Ismail Haser Dayeh, E.V. Perinskaya // Информатика и кибернетика. – 2015. - №1. – С.104-108.

8. Павлыш, В.Н. Структура системы автоматического управления (САУ) процессом увлажнения угольного пласта / В.Н. Павлыш, С.С. Гребенкин, Л.А. Лазебная, С.С. Серезников // Проблемы горного дела и экологии горного производства: монография / П.Н. Должников, В.Д. Рябичев, Г.С. Левчинский и др. – Донецк: Вебер. - 2007. – С.15–22.

Публикации по материалам конференций

9. Павлыш, В.Н. Аппаратное обеспечение автоматизированного

контроля параметров процесса гидродинамической обработки угольного пласта / О.К. Мороз, В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // материалы IX междунар. конф. Geotechnika 2000, 17-21 окт. 2000г. - Польша, Гливице-Устронь. – С.105-111.

10. Павлыш, В.Н. Автоматизация управления процессом нагнетания жидкости в угольный массив / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // материалы междунар. конф. по управлению «Автоматика-2002», 16-20 сент. 2002г. – Донецк. – 2002. – Т.1. – С.231-235.

11. Павлыш, В.Н. Разработка структуры специализированного вычислительного устройства для контроля параметров и управления технологическим процессом гидравлического воздействия на угольные пласты / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // материалы седьмого междунар. науч.-техн. семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». – Таганрог-Донецк. - 2006. – Кн.2. – С.146-149.

12. Павлыш, В.Н. Применение математического моделирования к исследованию параметров динамических процессов / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная, Е.В. Перинская // Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров : сб. тр. VII Междунар. науч.-метод. конф. в г. Сусс (Тунис), 08-17 окт. 2013г. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2013. - С.184-187.

13. Павлыш, В.Н. Структура системы автоматизированного управления процессом увлажнения угольного пласта / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Проблемы горного дела и экологии горного производства : материалы IX междунар. науч.-практ. конф. (24-25 апр. 2014г., г. Антрацит). – Донецк : Донбасс, 2014. – С.9-15.

14. Павлыш, В.Н. Постановка задачи управления процессом пневматического воздействия на угольный пласт / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Машиностроение и техносфера XXI века : сб. тр. XXI междунар. науч.-техн. конф., 15-20 сент. 2014г., г. Севастополь. - Донецк : MSM, 2014. - С.193-197.

15. Павлыш, В.Н. Задача синтеза системы автоматизированного управления процессами гидропневматического воздействия на угольный пласт / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров : сб. тр. VIII междунар. науч.-метод. конф. в г. Хаммамет (Тунис) с 28 сент. по 5 окт. 2014г. – Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2014. - С.93-96.

16. Павлыш, В.Н. Совершенствование системы управления процессом гидравлического воздействия на угольный пласт в режиме фильтрации / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная, Г.И. Турчанин // Машиностроение и техносфера XXI века: сб. тр. XXIII Междунар. науч.-техн. конф. в г. Севастополе 12-18 сент. 2016г. – Донецк, 2016. - Т.2. – С.64-67.

17. Павлыш, В.Н. Модификация характеристик аппаратурного обеспечения системы управления процессом увлажнения угольного пласта / В.Н. Павлыш, Л.А. Лазебная // Современные проблемы техносферы

и подготовки инженерных кадров : сб. тр. IX междунар. науч.-метод. конф. в г. Сухум с 01–09 окт. 2016г. – Донецк: МСМ, 2016. – С.183-187.

18. Мороз, О.К. Автоматизированный контроль процесса нагнетания жидкости в угольный массив / О.К. Мороз, В.Н. Павлыш, О.В.Чеснокова, Л.А.Кондаревич // World Mining Congress “ICAMC'98 – 13th International conference on automation in mining. ASRTP'98 – 13th International conference on process control and simulation”. – High Tatras, Slovak Republic, 1998. – С.482-485.

19. Павлыш, В.Н. Автоматизация контроля и управления процессом нагнетания жидкости в пласт // В.Н. Павлыш, О.В. Чеснокова, Л.А. Лазебная // материалы четвертого междунар. науч.-техн. семинара «Практика и перспективы развития институционального партнерства». – Таганрог-Донецк. - 2003. – Т.1. – С.61-66.

В публикациях, написанных в соавторстве, соискателю принадлежит: [1] – постановка задачи, схема устройства; [2] – алгоритмы управления; [3] – математические модели базовых схем; [4] – обоснование и выбор технических элементов системы; [6]– математическая модель воздействия и выбор численного метода; [7] – блок-схемы алгоритмов; [8] - обоснование структуры САУ и её подсистем; [9] – обоснование структуры аппаратного комплекса; [10] – принципы автоматизации управления процессом; [11] - обоснование структуры специализированного устройства; [12] – обоснование детерминированной математической модели; [13] – рассмотрение подсистем общей системы управления; [14] – постановка задачи контроля параметров процесса; [15] – обоснование порядка синтеза системы управления; [16] – обоснование направления модификации системы; [17] – методы модификации элементов системы; [18]–обоснование группы контролируемых и управляющих параметров; [19] – обоснование выбора аппаратурных средств контроля и управления.

АННОТАЦИЯ

Лазебная Л.А. Совершенствование алгоритмов и параметров элементов системы автоматизированного управления процессом гидропневматического воздействия на угольные пласты. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06–«Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)»– ДОННТУ, Донецк, 2019г.

В диссертации решена актуальная научно-техническая задача, заключающаяся в развитии структуры, математического и алгоритмического обеспечения системы автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты как средства борьбы с основными опасными явлениями при подземной угледобыче, обосновании параметров и алгоритмов функционирования системы и ее подсистем, обеспечивающих стабилизацию технологических

характеристик процессов обработки угольных пластов и повышение на этой основе эффективности воздействия.

Установлено, что процесс гидравлического воздействия на угольный пласт сопровождается резкими колебаниями основных технологических параметров, что определяет необходимость применения средств контроля и управления технологическим оборудованием, обеспечивающих стабилизацию параметров процесса и повышение эффективности обработки пласта.

Разработаны структура и алгоритм функционирования устройства контроля параметров и управления процессом нагнетания жидкости в анизотропный пласт через одиночную скважину, которая является базовой единицей системы автоматизированного управления процессом гидравлического воздействия. В основу функционирования устройства положен программный принцип выполнения алгоритма управления процессом нагнетания, реализуемый микроконтроллером.

Разработана общая структура системы управления процессом гидравлического воздействия, включающая все практически используемые схемы и режимы гидравлической обработки. Разработаны структура и состав математического обеспечения системы, включающие математические модели процесса и алгоритмы их реализации.

Разработаны методы модификации параметров элементов системы управления, обеспечивающие повышение эффективности функционирования системы.

Ключевые слова: процесс, управление, параметр, математическая модель, алгоритм, структура.

ABSTRACT

Lazebnaya L.A. The modification of algorithms and parameters of elements of automatic control system of hydropneumatic treatment process on coal seams. – Manuscript.

Dissertation for degree of technical sciences candidate in the speciality 05/13/06 – Automatics and control of technological processes and enterprises (by branches) (technical sciences).- DONNTU, Donetsk, 2019.

In the dissertation solved up-to-date scientific and technical challenge of development structure of mathematical and algorithmic providing computer-aided process management integrated fluid power impact on the coal seams as a means of combating the main hazards in underground coal mining, validation parameters and algorithms of functioning of the system and its subsystems, providing stabilization of the technological parameters of processing coal seams and increase efficiency of influence on this basis.

Found that the hydraulic impact on coal seam is accompanied by sharp fluctuations of main technological parameters, that defines the necessity of application of monitoring and control of technological equipment to ensure stabilization of process parameters and increase processing efficiency.

Structure and operation of the algorithm developed device control settings, and process control fluid injection in anisotropic seam through a single hole, which

is the basic unit automatic control system process of hydraulic impact. The basis for the functioning of the device was based on the principle of software running discharge management, implemented by the microcontroller.

A general structure of hydraulic impact management system that includes almost all used hydraulic regimes and schema processing. Developed the structure and composition of software systems including mathematical models and algorithms for their implementation process.

Developed methods for modifying parameters of control system components, to ensure a better functioning of the system.

Keywords: process, management, parameter, mathematical model, the algorithm, structure.