

**МОДЕРНИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ
УИМ-100 ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПЛАСТОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ
ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫБОРА
ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОБРАБОТКИ**

Смирнов Д.П.

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А.Соловьёва
Кафедра «Обработки материалов давлением»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Первов М.Л.

В настоящее время всё большее значение придаётся использованию материалов, имеющих нужный для данных условий работы машины или механизма химический состав, подходящие механические свойства, требуемые физические и химические характеристики.

Поэтому очень важно знать как можно больше о том, как ведут себя металлы и сплавы при различных режимах работы. Кроме изучения свойств работающих деталей машин крайне важно знать, как ведёт себя материал при его обработке, особенно при обработке давлением.

Постоянное внедрение новых материалов, призванных повысить эффективность металлургического производства, требует современного оборудования, прогрессивных технологических процессов и совершенствования и пополнения методического базиса теории обработки материалов давлением.

В свою очередь для успешного решения поставленных задач необходимы надёжные экспериментальные данные по реологическим свойствам сталей, цветных металлов и сплавов в широком диапазоне термомеханических условий деформирования. Поэтому при решении теоретических и практических задач процессов ОМД всё большее внимание уделяется вопросам исследования прокатки,ковки, прессования, волочения и т.д.

Точность аналитических и технологических расчетов энергосиловых параметров различных процессов ОМД в значительной степени обуславливается точностью определения величины сопротивления деформации.

В последние годы наиболее широко распространены исследования, проводимые с использованием кулачковых и торсионных пластомеров в широком диапазоне изменения термомеханических режимов деформации по различным законам развития деформации во времени.

В настоящее время пластометрические исследования рассматриваются уже не как вспомогательные испытания, необходимые для получения расчётных данных по сопротивлению деформации и пластичности металлов и сплавов, а как новое научное направление, связанное с изучением сложных реологических свойств деформируемых материалов в условиях различных процессов ОМД.

Несмотря на то, что имеется огромное количество результатов исследований реологии металлов в специальной литературе, данная тема ещё долгое время будет изучаться и проявлять новые свойства материалов и более точные данные по их исследованиям.

С использованием кулачковых и торсионных пластометров успешно решаются вопросы моделирования реальных законов нагружения и создания методик расчета сложных реологических свойств металлов и сплавов с применением различных феноменологических теорий кратковременной горячей деформации. Основными направлениями развития пластометрических исследований на ближайшие годы являются: 1) создание новых универсальных многоцелевых пластометров блочного типа, максимально близко моделирующих условия деформации различных процессов ОМД по температурно-скоростным условиям, законам развития деформации во времени и схемам напряжённого состояния; 2) разработка реологических моделей управления качеством металлопродукции для различных процессов ОМД на основе физических моделей течения металла в результате пластометрических исследований; 3) соединение пластометрии с

металлографией для анализа и контроля изменения структуры металла в процессе горячей деформации; 4) проведение пластометрических исследований в особых условиях (вакуум, ультразвуковые, электрические и т.д.); 5) автоматизация пластометрических исследований при обработке опытных данных и управлении экспериментом; создание автоматизированных комплексов типа пластометр — ЭВМ — графопостроитель или пластометр — УВМ — полупромышленное оборудование (прокатный стан, пресс, молот); 6) накопление, систематизация и формализация результатов пластометрических исследований с целью разработки подпрограмм «Реология металлов» в системе АСУ ТП и комплексных математических моделях различных процессов ОМ.

Данная работа отвечает требованиям первого пункта вышеперечисленных направлений развития пластометрических исследований. В ней спроектирована конструкция электронагревательной установки для проведения исследований при высоких температурах, а так же спроектированы требуемые изменения в уже существующую систему для того, чтоб осуществлять управление испытаниями в широком диапазоне скоростей деформирования и температур деформации.

Рассмотрим подробнее конструкцию обновлённой испытательной машины.

Особенности геометрии деталей нагревательной установки

При проектировании нагревательной установки для уже имеющейся испытательной машины необходимо принимать во внимание геометрические размеры рабочего пространства и особенностей выполнения крепёжных элементов самой машины.

Установка для нагрева будет состоять из двух частей: верхней - подвижной, закреплённой на силовом цилиндре, и нижней – неподвижной, закреплённой на траверсе испытательной машины.

Учитывая это, проектируем детали в верхней части установки максимально меньшего размера для того, чтоб снизить нагрузки на элементы, выполняющие соединение испытательной машины и оснастки. Верхняя часть установки державкой крепится на силовом цилиндре испытательной машины при помощи четырёх винтов. Закрепление державки должно осуществляться после центрирования плиты и установки на неё печи, нижнего пуансона и деталей, закрепляющих их в неподвижном положении. К плите с помощью болтов присоединяется верхний пуансонодержатель с верхним пуансоном. Данная конструкция (рисунок 1) позволит обеспечить центрирование верхнего пуансона относительно силового гидроцилиндра.

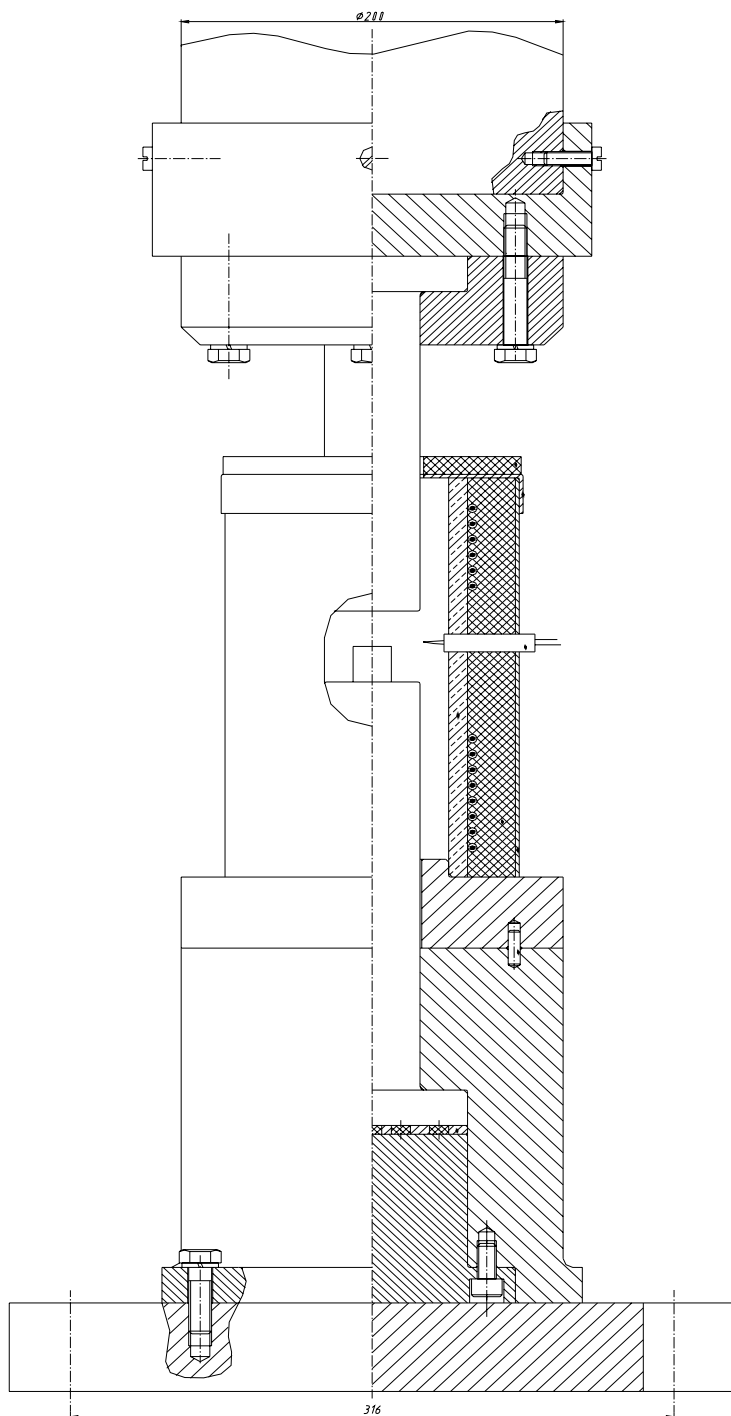


Рисунок 1 - Нагревательное устройство

Центрирование нижнего пуансона должно осуществляться вручную за счёт правильной установки плиты на основании подвижной траверсы машины. На установленную плиту посредством болтов крепится оставшаяся часть установки, содержащая нижний пуансонодержатель, в котором находятся нижний пуансон, диск подкладной и упор. Для того чтобы обеспечить жесткое соединение этих деталей, используем винты. На нижний пуансонодержатель при помощи штифтов устанавливается диск, на который в последствии монтируется собственно печь. Печь состоит из керамической трубы, выполняющей функцию внутренней стенки печи, намотанного на неё электронагревательного элемента из хромоникелевого сплава сопротивления, слоя теплоизолирующего материала, кожуха, а так же крышки кожуха и листа асбоцемента, также выполняющего функцию теплоизолятора. Кроме того, для контроля температуры в

рабочей зоне печи предполагается использование термопары, и трубки для выводов контактов термопары. Так как верхнюю часть нужно сделать минимальной длины, то нижний пуансон получается довольно большим. При диаметре его рабочей части 50 мм следует позаботиться об устойчивости пуансона. Для этого заглубляем пуансон в пуансонодержатель, а соприкасающиеся поверхности полируем для обеспечения хорошего центрирования инструмента.

При нагреве заготовки пуансоны также будут получать значительное количество теплоты. Для снижения отвода её через металлические нижние массивные части установки, под нижним пуансоном располагаем подкладной диск. В диске имеются просверленные отверстия, в которые укладывается слой теплоизолятора, что позволит снизить потери тепла через теплоперенос.

Диск на нижнем пуансонодержателе центрируется относительно нижнего пуансонодержателя при помощи штифтов. При этом внутренняя поверхность диска по отношению к пуансону выполнена с зазором 2 мм на сторону. Диск имеет выступ, на который садится керамическая труба, обеспечивая, таким образом, центрирование печи относительно пуансонов и заготовки.

Для загрузки и выгрузки заготовок из рабочей зоны в печи предусматривается окно, которое может быть закрыто заслонкой для уменьшения потерь тепла во время нагрева.

Выбор материала электронагревателя

В ряде электротермических установок для нагревателей применяют сплавы с высоким удельным электрическим сопротивлением, которые условно называют сплавами сопротивления.

Изучив свойства данных материалов, мы выбрали в качестве материала для нагревательной установки на испытательную машину УИМ-100 никельхромовый сплав Х20Н80-Н.

Автоматизация работы на испытательной машине УИМ-100

Механизация и автоматизация всё глубже внедряется во все отрасли промышленности, образуя целые комплексы, осуществляющие полностью автоматическое производство. Особая роль новейшим разработкам отводится в исследовательских работах. Уже в 70-е годы двадцатого столетия существовали испытательные машины с компьютерным управлением. В настоящее время появилась возможность усовершенствовать испытательную машину УИМ-100, сделав её управление более простым, а возможности более гибкими.

Данная работа позволит включить в управление машиной и в обработку полученных при экспериментах данных ПК. Это значительно упростит задание нужного технологического режима, при котором должен проводиться тот или иной эксперимент по пластическому деформированию металлов и сплавов. Автоматизация значительно расширит возможности машины, так как будет регулироваться скорость деформирования, что является одним из наиважнейших факторов, определяющих свойства материала после деформации. Кроме того, автоматизация позволит обеспечить безопасность человека, обслуживающего машину. Управление будет производиться дистанционно. Автоматика будет срабатывать в случае неисправности как самой машины, так и при критическом изменении какого-либо из основных параметров (давление в гидросистеме, напряжение на токопроводящих частях установки и так далее). Целью модернизации установки является следующее: дать возможность проводить эксперименты, соответствующие современному состоянию всё развивающейся теории обработки материалов давлением на уже имеющейся испытательной машине, оборудованной системой автоматизированного компьютерного контроля.

Принцип осуществления контроля над работой машины

Параметрами, которые надлежит контролировать, станут: температура в рабочем пространстве электронагревательного устройства, технологическое перемещение и скорость деформации (рисунок 2).

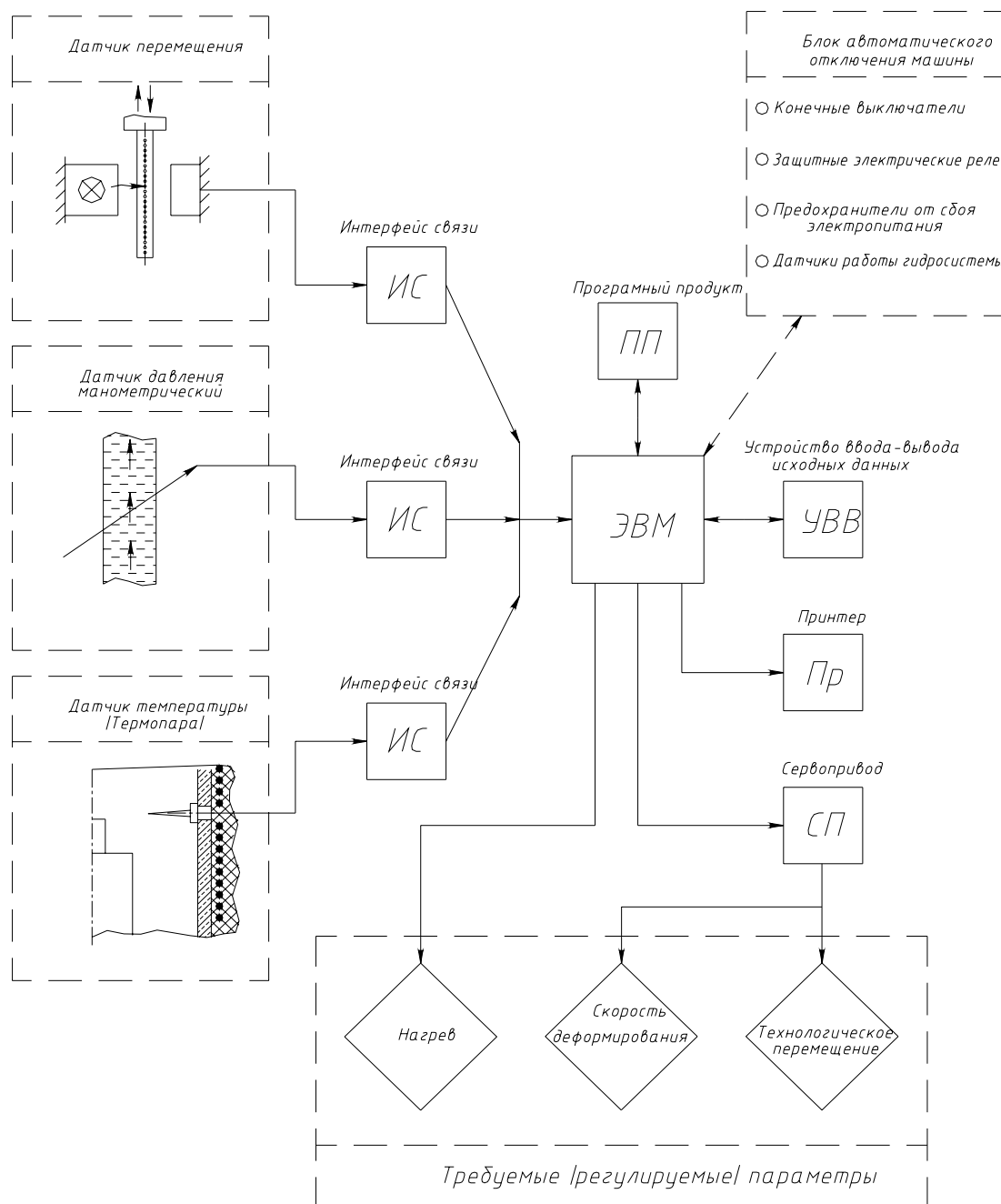


Рисунок 2 - Схема контроля параметров в процессе проведения испытания

Для регулирования температуры используем термопару, которая через интерфейс связи, показывающий текущее значение температуры в печи сопротивления, будет преобразовываться в цифровой сигнал и поступать в обработку программным продуктом управляющего компьютера. Технологическое перемещение будет контролироваться и регистрироваться датчиком перемещения, представляющего собой инфракрасный излучатель, закреплённый на неподвижной части машины, фотоэлемент, регистрирующий прохождение этого излучения через линейку с отверстиями, закреплённую на подвижной части. Точность такого датчика обеспечивается за счёт размеров отверстий на линейке и расстоянием, через которое они на ней расположены.

Наиболее интересным и сложным является процесс задания и поддержания нужной скорости деформирования. Для осуществления этого в гидравлическую схему нужно установить игольчатый дроссель (рисунок 3), регулирующий расход жидкости (в отличие от регулирования расхода насосами, как есть в настоящий момент).

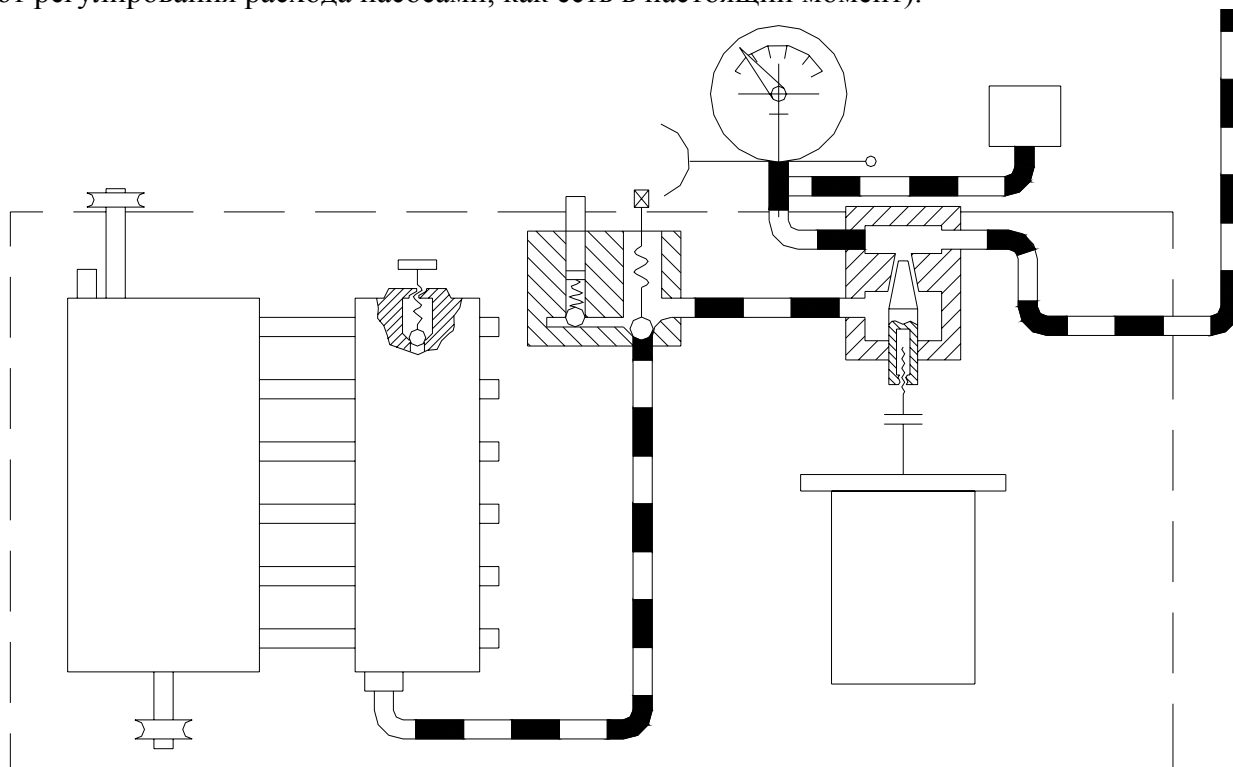


Рисунок 3 - Схема установки механизма регулировки напора в гидросистеме

При этом насосы должны будут постоянно работать на полную мощность с постоянным расходом (желательно, но не обязательно, так как система сама подстроится под текущие значения параметров). Игла дросселя через пару «винт-гайка» (где игла дросселя – гайка) и муфту должна быть соединена с валом сервопривода. Сервопривод представляет собой объединённый в одном блоке сервомотор и сервоусилитель. Сервомотор – электродвигатель, позволяющий осуществлять поворот вала на нужный угол, исходя из изменения контролируемого параметра. Сервоусилитель служит для обеспечения требуемого тягового усилия, а так же для изменения (повышения или понижения) передаточного числа, а значит и угловой скорости. Поворот вала сервопривода будет обеспечивать заход иглы дросселя в седло (выдвигание иглы), что в свою очередь приведёт к уменьшению (увеличению) площади проходного сечения дросселя, а значит и регулирование расхода рабочей жидкости, поступающей в гидросистему испытательной машины. Изменение расхода вызовет практически мгновенное изменение скорости движения силового цилиндра, а значит и скорости деформирования образца.

Для обеспечения надёжной работы установки следует поставить ещё один датчик – датчик давления рабочей жидкости в гидросистеме.

Для работы с информацией в системе требуются следующие устройства: ввода/вывода информации, монитор для визуализации информации (графики и диаграммы процессов деформирования), принтер или иной графопостроитель, системный блок стандартной комплектации.

Программный продукт должен обеспечить не только обработку данных, их фиксирование и сохранение, но и визуальное представление этих данных в виде графиков или диаграмм, строящихся по текущим значениям параметров системы непосредственно при исследовании. Программный продукт следует разрабатывать отдельно с учётом

вышеперечисленных параметров и характеристик узлов и механизмов испытательной машины. Схема алгоритма программного продукта представлена на рисунке 4.

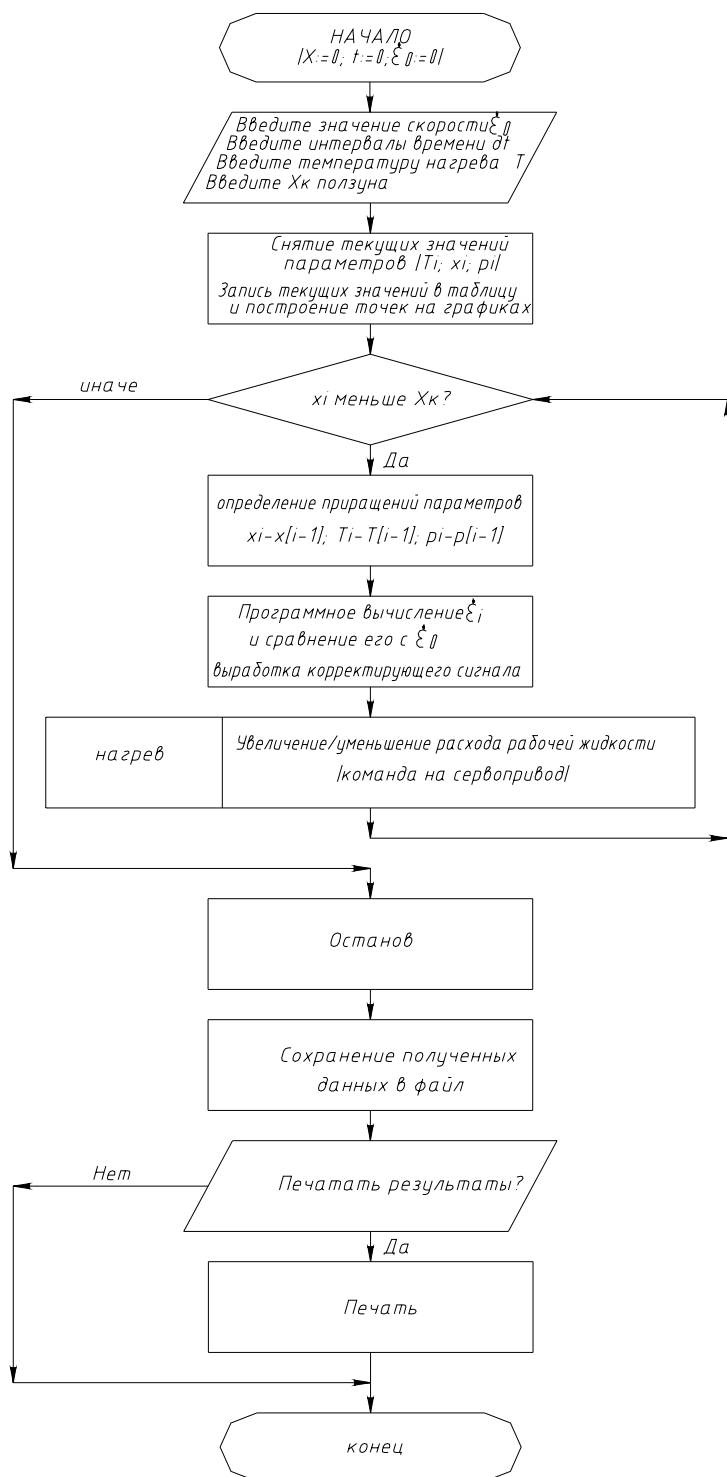


Рисунок 4 - Схема алгоритма программного продукта

Перспективность такой модернизации испытательной машины не вызывает сомнений. Машина приобретёт требуемую точность. Использование автоматизации совместно с применением нагревательного устройства значительно расширит диапазон технологических режимов, которые данная установка способна воспроизводить.

Данная работа представляет собой первый этап по разработке концепции устройства испытательной машины после модернизации. На обновлённой машине можно будет проводить более точные исследования, годные не только в качестве обучающего

наглядного пособия в процессе получения студентами знаний, но и пригодные для написания серьёзных исследовательских работ.