

Содержание

Введение	3
1 Основы теории автоматического управления	5
1.1 Основные понятия	5
1.2 Классификация систем управления и регулирования	7
2 Особенности металлургических процессов как объектов автоматического управления и регулирования	12
Заключение	17
Список использованных источников	18

Введение

К середине 1960-х гг. определились основные направления развития цветной металлургии, которые сохраняются и в настоящее время: интенсификация технологических процессов, проведение их в режимах, близких к критическим, применение агрегатов большой единичной мощности.

В агрегатах большой единичной мощности отсутствует резервное оборудование и промежуточные емкости, поэтому выход из строя какого-либо аппарата при нарушении в нем технологического режима вызывает аварийную остановку всего агрегата. Стоимость каждой такой установки порой составляет до миллиарда рублей. Отсюда видно, насколько важно обеспечить высокое качество управления агрегатами. Развитие работ по автоматизации технологических процессов в нашей стране началось в 1950 – 1960-е гг. Основное внимание было уделено созданию локальных систем, обеспечивающих автоматизацию простейших функций управления технологическими процессами: централизованный контроль, противоаварийную защиту и регулирование (стабилизацию или изменение по заданной программе). Дальнейшее развитие металлургии потребовало создания гораздо более совершенных систем управления – автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

В экономическом плане внедрение АСУ ТП позволяет сделать следующее:

- решить основную задачу повышения производительности труда, сокращения численности основного и вспомогательного персонала в результате уменьшения времени на обслуживание и выбора оптимальных условий работы агрегатов;
- уменьшить непроизводительные расходы сырья и энергии;
- повысить качество продукции.

Социальный эффект АСУ ТП заключается в том, что улучшаются условия труда, создаются условия для повышения квалификации кадров; и создаются объективные условия для совершенствования технологических процессов и оборудования.

Совершенствование систем автоматического контроля и управления в металлургической промышленности России является непрерывным процессом, однако можно выделить несколько основных этапов развития автоматизации:

- внедрение контрольно-измерительных приборов, что позволило объективно оценивать состояние и ход технологических процессов;

- применение дистанционного управления регулирующими органами (клапанами, шиберами, механизмами загрузки и т.д.), которое освободило персонал от физической работы, часто выполняемой в условиях высокой температуры и значительной загазованности;

- централизация приборов контроля и дистанционного управления, их размещение на общем щите в специальном помещении. Это способствует более глубокому анализу производственных ситуаций и повышает эффективность управления;

- внедрение разомкнутых систем управления с блокировками, обеспечивающими безопасность персонала и технологического оборудования.

1 Основы теории автоматического управления

1.1 Основные понятия

Системы управления современными металлургическими и химико-технологическими процессами характеризуются большим количеством технологических параметров, число которых может достигать нескольких сотен. Для поддержания требуемого режима работы, а в конечном счете и качества выпускаемой продукции все эти величины необходимо поддерживать постоянными или изменять по определенному закону.

Физические величины, определяющие ход технологического процесса, называются параметрами технологического процесса. Например, параметрами технологического процесса могут быть температура, давление, расход, напряжение и т.д.

Параметр технологического процесса, который необходимо поддерживать постоянным или изменять по определенному закону, называется регулируемой величиной, или регулируемым параметром.

Значение регулируемой величины в рассматриваемый момент времени называется мгновенным значением.

Значение регулируемой величины, полученное в рассматриваемый момент времени на основании данных некоторого измерительного прибора называется ее измеренным значением.

Объект управления (объект регулирования, ОУ) – это устройство, требуемый режим работы которого должен поддерживаться извне специально организованными управляющими воздействиями.

Управление – это формирование управляющих воздействий, обеспечивающих требуемый режим работы ОУ.

Регулирование – это частный вид управления, когда задачей является обеспечение постоянства какой-либо выходной величины ОУ.

Автоматическое управление – это управление, осуществляемое без непосредственного участия человека.

Входное воздействие (X) – это воздействие, подаваемое на вход системы или устройства.

Выходное воздействие (Y) – это воздействие, выдаваемое на выходе системы или устройства. Внешнее воздействие – это воздействие внешней среды на систему.

Задающее воздействие (то же, что и входное воздействие X) – это воздействие на систему, определяющее требуемый закон изменения регулируемой величины).

Управляющее воздействие (u) – это воздействие управляющего устройства на объект управления.

Управляющее устройство ($УУ$) – это устройство, осуществляющее воздействие на объект управления с целью обеспечения требуемого режима работы.

Возмущающее воздействие (f) – это воздействие, стремящееся нарушить требуемую функциональную связь между задающим воздействием и регулируемой величиной.

Ошибка управления ($e = x - y$) – это разность между предписанным (x) и действительным (y) значениями регулируемой величины.

Регулятор (P) – это комплекс устройств, присоединяемых к регулируемому объекту и обеспечивающих автоматическое поддержание заданного значения его регулируемой величины или автоматическое изменение ее по определенному закону.

Автоматическая система регулирования (АСР) – это автоматическая система с замкнутой цепью воздействия, в которой управление (u) вырабатывается в результате сравнения истинного значения y с заданным значением x .

Дополнительная связь в структурной схеме АСР, направленная от выхода к входу рассматриваемого участка цепи воздействий, называется обратной связью (ОС). Обратная связь может быть отрицательной или положительной.

1.2 Классификация систем управления и регулирования

Системы управления и регулирования классифицируются по следующим принципам:

- по методу управления автоматизированные системы управления (АСУ) подразделяются на неадаптивные (или неприспосабливающиеся) и адаптивные (или приспособляющиеся) системы.

Неадаптивные автоматизированные системы управления не приспособляются к изменяющимся условиям работы объекта управления. Это наиболее простые системы, не изменяющие своей структуры и параметров в процессе управления. Практически все автоматизированные системы регулирования (АСР) относятся к неадаптивным АСУ. Для этих систем на основе априорной (существующей до начала работы) информации при проектировании и наладке выбирают структуру и параметры, которые обеспечивают заданные свойства системы (выполнение целей управления) для типовых или наиболее вероятных условий ее работы (при необходимости перестраивать системы можно вручную).

Неадаптивные системы подразделяются на три типа:

- стабилизирующие системы, т.е. обеспечивающие поддержание постоянного заданного значения регулируемой величины (например, система поддержания заданного значения расхода мазута во вращающуюся печь спекания);

- программные, задачей которых является изменение регулируемой величины по заданному закону во времени или в зависимости от величины другого параметра (например, изменение температуры в камерной термической печи по определенному графику, необходимому для данного типа термообработки: повышение температуры с определенной скоростью, выдержка при постоянной температуре и т.п.);

- следящие системы, обеспечивающие изменение регулируемой величины в определенном соотношении с задающим воздействием, когда можно рассматривать то, что заданное значение изменяется произвольным образом, не зависящим от данной системы (например, регулирование соотношения топливо–воздух при управлении сжиганием топлива).

Адаптивные АСУ – это такие системы, в которых параметры управляющих устройств или алгоритмы управления автоматически и целенаправленно изменяются для осуществления оптимального управления объектом, причем характеристики объекта или внешние воздействия на него могут изменяться заранее непредвиденным образом.

Адаптивные АСУ способны менять структуру, параметры или программу своих действий в процессе управления. Поскольку в процессе управления происходит автоматическое изменение параметров или структуры системы, то адаптивные АСУ называют также самонастраивающимися.

Адаптивные АСУ подразделяют на два типа: экстремальные системы, которые автоматически ищут экстремум управляемой величины, а так как его положение изменяется в процессе работы объекта, то система автоматически изменяет направление поиска, скорость и т.д. (изменяет программу своих действий); оптимальные системы, которые используют с целью получения оптимальных условий объекта, характеризуемых экстремумом критерия управления при определенных ограничениях.

При работе самонастраивающихся систем могут автоматически изменяться параметры системы (настройки управляющих устройств), и тогда их называют системами с самонастройкой параметров. Если автоматически меняется структура системы (изменяется алгоритм управления), то такие системы называют системами с самонастройкой структуры (или с переменной структурой). Системы, изменяющие в процессе работы программу своих действий, называются системами с самонастройкой программы.

Настраивающиеся АСУ реализуются с использованием управляющей вычислительной машины (УВМ), исключение могут составлять экстремальные системы. Для работы УВМ необходимо наличие аналитического описания (математических моделей) объекта управления и других элементов системы, а также алгоритмов адаптации и управления, по которым и рассчитывают характеристики системы, обеспечивающие оптимизацию работы объекта.

Различают пассивные и активные методы адаптации системы. В первом случае связь структуры и настроек системы с изменяющимися условиями работы объекта задается заранее на основе априорной информации. Пассивные методы адаптации возможны при нестационарных объектах управления с известными закономерностями изменения параметров. Примером активного метода самонастройки АСУ является система оптимального управления нагревательной печью, когда задания и настройки всех локальных регуляторов определяют из условий оптимальной производительности печи или минимальных суммарных затрат на нагрев и прокатку металла на основе текущей информации о процессе.

По характеру использования информации АСУ и АСР делят на замкнутые и разомкнутые системы.

Замкнутые системы (системы регулирования по отклонению) используют рабочую текущую информацию о выходных величинах, определяя отклонение регулируемой величины от заданного значения, и принимают меры к уменьшению и устранению этого отклонения.

Разомкнутые АСР непосредственно не используют рабочую информацию о регулируемых величинах, а регулирование осуществляют на основании информации о входных величинах. При этом отсутствует обратная связь между выходными и входными величинами. Разомкнутые АСР подразделяют на системы с жесткой программой и системы с регулированием по возмущению. Примером системы с жесткой программой может служить система автоматического пуска и остановки комплекса машин, в которой должна выдерживаться определенная последовательность работы отдельных механизмов. Системы регулирования по возмущению используют информацию о входных величинах (возмущениях) и принимают меры, чтобы указанные возмущения не влияли на выходную величину, т.е. компенсируют возникающие возмущения. Поэтому такие АСУ называют также системами с компенсацией возмущений (инвариантными).

По результатам работы в установившемся состоянии системы делятся на астатические и статические.

В астатических системах регулируемая величина после окончания переходного процесса точно равна заданному значению (практически она может отличаться от заданного значения на некоторую малую величину, обусловленную нечувствительностью системы).

В статических системах после окончания переходного процесса возникает разность между заданным и установившимся значениями регулируемой величины, которая называется статической ошибкой.

По числу регулируемых величин АСУ делятся на одномерные и многомерные (или многосвязные).

Одномерные АСУ – это системы управления простейшими объектами с одной регулируемой величиной.

В большинстве случаев АСУ регулируют несколько величин и являются многомерными. В многомерных системах можно выделить несколько каналов регулирования, в которых каждая регулируемая величина определяется одним регулирующим воздействием, а канал имеет свой регулирующий орган (положение которого практически не влияет на другие регулируемые величины), и тогда сложный объект как бы распадается на несколько одномерных объектов с одномерными АСУ.

По характеру изменения регулирующих воздействий во времени АСУ и АСУ делятся на непрерывные и прерывистые (дискретные).

В непрерывных АСУ работают регуляторы, которые реализуют несколько типовых непрерывных законов (алгоритмов) регулирования: пропорциональный (П-закон), интегральный (И-закон), пропорционально-интегральный (ПИ-закон) и пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД-закон).

В дискретных АСУ информация и регулирующие воздействия появляются только в определенные моменты времени, т.е. в системе существует минимум один элемент, в котором при наличии непрерывного изменения входной величины выходная величина изменяется прерывисто (скачкообразно) или существует только в определенные (дискретные) моменты времени.

Дискретные АСУ подразделяют на релейные, импульсные и цифровые. В релейных системах один из элементов, обычно регулятор, имеет релейную характеристику, когда выходная величина скачкообразно изменяется при определенном значении входной величины.

В импульсных АСУ присутствует минимум один элемент с импульсной характеристикой, т.е. когда при непрерывном изменении входной величины выходная величина появляется только в определенные дискретные моменты времени.

К дискретным АСУ относятся также цифровые системы, в которых используются цифровые устройства: цифровые регуляторы (контроллеры), созданные на базе микропроцессорной техники, цифровые измерительные приборы.

По виду энергии, применяемой для работы, АСУ и АСР делят на системы прямого и косвенного действия.

В системах прямого действия используется внутренняя энергия системы, например, энергия чувствительного элемента в регуляторах прямого действия.

В системах косвенного действия используется внешняя по отношению к системе энергия и по виду этой энергии АСУ подразделяют на гидравлические, пневматические и электрические.

По виду дифференциального уравнения различают линейные и нелинейные АСУ.

К линейным относятся системы, поведение которых описывается линейными дифференциальными уравнениями. Поскольку систем, абсолютно точно описываемых линейными дифференциальными уравнениями, практически не существует, то к линейным системам относятся так называемые линеаризованные системы, описываемые линейными дифференциальными уравнениями приближенно, при определенных допущениях и ограничениях.

К нелинейным АСУ относятся системы, поведение которых описывается нелинейными дифференциальными уравнениями.

2 Особенности металлургических процессов как объектов автоматического управления и регулирования

В цветной металлургии объектами управления являются металлургические печи, пачуки, конвертеры, бункера, сгустители, электролизные ванны, насосы и другие аппараты технологических установок, а также трубопроводы.

При рассмотрении металлургических агрегатов как объектов автоматического контроля и регулирования можно указать на некоторые особенности, выделяющие их из общего ряда промышленных объектов контроля и регулирования и налагающих особые требования при создании АСУ.

Металлургические процессы в основных агрегатах являются, как правило, сложными процессами (сложными объектами), которые можно подразделить на ряд элементарных звеньев, простых объектов, простых процессов. Регулирование температуры расплава в печах, например в отражательных, происходит за счет изменения расхода сжигаемого топлива и зависит от накладывающихся в пространстве и во времени последовательных процессов аэродинамики (подачи и смешения топлива и воздуха), химических реакций горения и теплообмена (излучением, конвекцией, теплопроводностью).

С точки зрения понятий теории автоматического регулирования сложные объекты представляют как системы, составленные из ряда параллельно и последовательно соединенных элементарных (типовых) звеньев. Разделение сложного объекта на элементарные звенья по их физической сущности и динамическим свойствам может не совпадать. В случае регулирования температуры металла объект в целом представляют одним динамическим звеном, входом которого является расход топлива, а выходом – температура расплава, или двумя последовательно соединенными звеньями, причем входом первого будет служить расход топлива, а входом второго – температура рабочего пространства печи, а выходом – температура расплава. С физической же точки зрения каждое из этих двух звеньев является сложным сочетанием разнородных процессов. Правильное представление о сложности объекта контроля и регулирования, его физической и

динамической структуре является необходимым условием создания рациональной и эффективной системы автоматического управления. Например, только при правильном анализе механизма теплообмена и движения газов в рабочем пространстве металлургической печи можно добиться предварительного замера температуры при установке термоэлектрического преобразователя или пирометрического преобразователя полного излучения, так как на условиях теплообмена датчика с окружающей средой сказывается светимость факела, его конфигурация, скорость движения продуктов сгорания и т.п.

Физическая сложность, многофакторность процесса выплавки и обработки металла приводит к тому, что основные металлургические агрегаты являются многосвязными объектами, функционирование которых определяется рядом входных и выходных величин, испытывающих взаимные влияния. Например, изменение расхода воздуха, подаваемого в печь, вызывает одновременно изменение температуры в печи, состава газов, заполняющих рабочее пространство, и давления в печи.

Подавляющее большинство металлургических объектов принадлежит к системам с распределенными параметрами, т.е. к системам, физические характеристики которых (температура, масса, тепловые потоки, теплоемкость, теплопроводность и т.п.) распределены в пространстве и являются функциями координат трехмерного пространства. Примерами объектов с распределенными параметрами могут служить вращающиеся печи, мельницы, выщелачиватели и др.

В связи с тем, что математическое описание объектов с распределенными параметрами требует использования аппарата дифференциальных уравнений с частными производными, теоретические методы анализа поведения систем управления такими объектами являются более сложными и имеют ряд особенностей.

Несмотря на то, что металлургические процессы подчиняются основным законам переноса тепла, вещества и импульса, отсутствуют достаточно точные математические описания, математические модели реальных производственных процессов, представляющих собой, как указывалось выше, сложные комплексы

взаимозависимых физико-химических явлений. Совмещение разнородных явлений усложняет исследование, понимание процессов, формулировку и решение их математических выражений.

Существующие математические модели строят на ряде упрощений и допущений, которые позволяют составить исходные математические выражения и найти их решения строго аналитическими, приближенными или численными способами. Существующие модели оказывают большую помощь в исследовании и познании металлургических процессов, в определении рациональных технологических и теплотехнических режимов и способов управления этими режимами. Однако приближенность существующих моделей не позволяет полностью решить все эти вопросы.

Сложность основных металлургических объектов и разнообразие возмущений, приложенных в различных местах агрегатов, приводят к тому, что объекты характеризуются большим числом контролируемых величин и управляющих воздействий.

Большое число управляющих воздействий, каждое из которых влияет чаще всего на несколько выходных величин, требует от операторов высокой квалификации при управлении процессами, а при создании автоматизированных систем управления необходимы обширные исследования взаимных связей и влияний между входными и выходными величинами, разработка и приборная реализация сложных алгоритмов управления.

На металлургических объектах значительно затруднено осуществление автоматического контроля основных параметров. Это обусловлено в основном высокими температурами и химической агрессивностью сред, принимающих участие в производственном процессе. В настоящее время, например, практически отсутствуют материалы, которые выдерживали бы погружение в расплавленный электролит алюминиевого электролизера без износа, без изменения физико-химических свойств и разрушения при длительном пребывании в жидком расплаве.

Использование пирометрических преобразователей полного излучения для бесконтактного измерения температуры поверхности расплава и элементов кладки

печей ограничивается погрешностями, возникающими из-за переменной степени черноты этих поверхностей, запыленности сред и т.д.

Металлургические объекты принадлежат, как правило, к классу нелинейных объектов, т.е. объектов, поведение которых описывается нелинейными математическими выражениями.

Методы анализа и синтеза нелинейных объектов и систем регулирования значительно сложнее, чем методы анализа и синтеза линейных объектов и систем регулирования. Поэтому в тех случаях, когда это возможно, стремятся нелинейные характеристики объектов аппроксимировать линейными с применением известных методов линеаризации.

Процессы металлургического производства реализуются в агрегатах как непрерывного, так и периодического, циклического действия. К агрегатам периодического действия принадлежат конвертеры, некоторые электропечи и т.д.

Непрерывные производственные процессы легче поддаются автоматизации, чем периодические, так как непрерывные процессы характеризуются стационарными режимами при относительно небольших отклонениях контролируемых параметров и управляющих воздействий от некоторых номинальных значений, что упрощает автоматизацию управления ими. Параметры периодических процессов претерпевают, как правило, значительные колебания. А управляющие воздействия могут варьироваться по абсолютной величине многократно.

Глубокие изменения контролируемых величин и управляющих воздействий в агрегатах периодического действия, сопровождающихся изменениями статических и динамических характеристик объектов во времени, усложняют синтез систем автоматического управления, так как регуляторы с постоянной структурой и настройками не могут обеспечить приемлемое качество регулирования при существенных изменениях характеристик объекта.

Все реальные промышленные объекты имеют запаздывание, которое достигает довольно больших значений (нескольких десятков минут) в объектах, где протекают тепло- и массообменные процессы, и невелико (всего несколько секунд)

в объектах, выходные величины которых представляют собой расход или давление жидкостей или газов.

Наличие запаздывания в объектах (в АСР) усложняет задачу регулирования технологического параметра в объекте. Поэтому необходимо стремиться к его уменьшению: устанавливать датчик и исполнительное устройство системы как можно ближе к объекту регулирования, применять малоинерционные измерительные преобразователи, уменьшать протяженность потоков и т.д.

Металлургические агрегаты принадлежат к энерго- и материалоемким объектам.

Большая материало- и энергоемкость металлургических объектов определяет возможность получения значительных экономических эффектов, связанных с увеличением производительности, уменьшением расходов сырья и энергии, улучшением качества готовой продукции при внедрении совершенных систем автоматизации

Заключение

Современные АСУ представляют собой сложные комплексы различных взаимодействующих технических устройств, которые, в свою очередь, состоят из большого количества разнообразных элементов. Такими сложными системами управления являются цифровые, инвариантные, оптимальные, экстремальные и самонастраивающиеся системы.

Теория автоматического управления (ТАУ) непрерывно развивается и совершенствуется, а область применения систем автоматического управления чрезвычайно расширилась. ТАУ вместе с теорией функционирования элементов систем управления (датчиков, регуляторов, исполнительных механизмов, устройство и принцип действия которых описаны во второй главе) образует более широкую отрасль науки – автоматику.

Качество получаемой в металлургической промышленности продукции зависит от ряда причин, определяющих нормальное протекание процесса. Поэтому при построении автоматических систем регулирования необходимо, прежде всего, установить величины, подлежащие контролю и регулированию, а также выявить точки введения управляющих воздействий, их каналы прохождения по объекту.

Управление производством можно разделить на две области: управление организационно-экономическими процессами и управление технологическими процессами. В зависимости от характера объекта управления различают: автоматизированные системы организационно-экономического или административного управления; автоматизированные системы управления технологическими процессами.

На практике часто используются системы, в которых комбинируются функции, характерные как для АСУП, так и для АСУ ТП.

В последние годы наметилась тенденция слияния АСУП и АСУ ТП в единые интегрированные системы управления, позволяющие обрабатывать всю имеющуюся на предприятии информацию, т.е. организовать производственный процесс, полностью управляемый вычислительным комплексом.

Список использованных источников

- 1 Автоматическое управление металлургическими процессами : учеб. для вузов / А. М. Беленький, В. Ф. Бердышев, О. М. Блинов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 2012. – 384 с.
- 2 Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы: учеб. для вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2015. – 460 с.
- 3 Ким, Д. П. Теория автоматического управления / Д. П. Ким. – Т. 1: Линейные системы. – М.: Физматлит, 2013. – 288 с.
- 4 Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И. В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2014. – 336 с.
- 5 Лукас, В. А. Теория автоматического управления / В. А. Лукас. – М. : Недра, 2012. – 416 с.
- 6 Осипова, В. А. Операционное исчисление в задачах автоматического управления: практикум / В. А. Осипова, Н. М. Максимова; ГУЦМиЗ. – Красноярск, 2014. – 88 с.
- 7 Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов / Г. М. Глинков, В. А. Маковский, С. Л. Лотман, М. Р. Шапировский; под ред. Г. М. Глинкова. – М. : Металлургия, 2011. – 352 с.
- 8 Теория автоматического управления: учеб. для машиностроит. спец. вузов / В. Н. Брюханов, М. Г. Косов, С. П. Протопопов [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2011. – 268 с.
- 9 Титовский, А. В. Технические измерения и приборы. Термометры, манометры, расходомеры и уровнемеры: учеб. пособие / А. В. Титовский, А. А. Дружинина; ГАЦМиЗ. – Красноярск, 2013. – 214 с.
- 10 Титовский, А. В. Технические измерения и приборы. Плотномеры и анализаторы состава вещества: учеб. пособие / А. В. Титовский, А. А. Дружинина; ГАЦМиЗ. – Красноярск, 2013. – 84 с.