

Илюхин Андрей Владимирович

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
Доктор технических наук, профессор кафедры АПП

Iliukhin V. Andrey
Moscow automobile and road state technical university (MADI)
Professor of APP chair
E-Mail: madi-app@bk.ru

Марсова Екатерина Вадимовна

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
Доктор технических наук, профессор кафедры АПП

Marsova V. Catherine
Moscow automobile and road state technical university (MADI)
Professor of APP chair
E-Mail: madi-app@bk.ru

Колбасин Александр Маркович

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
Кандидат технических наук, доцент кафедры АПП

Kolbasin M. Alexander
Moscow automobile and road state technical university (MADI)
Associate professor of APP
E-Mail: alex123456789.a@yandex.ru

Сарычев Игорь Юрьевич

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
Аспирант кафедры АПП

Sarychev U. Igor
Moscow automobile and road state technical university (MADI)
Graduate student APP
E-Mail: madi-app@bk.ru

Курилин Андрей Валентинович

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
Аспирант кафедры АПП

Kurilin V. Andrei
Moscow automobile and road state technical university (MADI)
Graduate student APP
E-Mail: madi-app@bk.ru

05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Перспективы развития систем автоматизации тепловых процессов на предприятиях строительного производства

Prospects of automation systems thermal processes for the production of construction companies

Аннотация: Рассмотрены структуры автоматизации тепловых процессов на заводах по производству строительных смесей, представляющие собой системы стабилизации отдельных управляемых параметров. Необходимо изменить идеологию проектирования подобных систем автоматизации оптимизируя их по критерию оптимальности, т.е. решая задачу синтеза оптимальной динамической системы с моделью объекта, представленной уравнениями состояния.

Abstract: The structures of automation of thermal processes in the factories for the production of mortars, which are managed by separate stabilization system parameters. You need to change the ideology of the design of such systems automation to optimize them for the optimality criterion, ie solving the problem of synthesis of optimal dynamic system with the object model provided by the equations of state.

Ключевые слова: Тепловые процессы; смесь; сушиллка; системы автоматизации.

Keywords: Thermal processes; a mixture; drying; automation systems.

При современной технологии производства строительных смесей тепловые процессы: сушки песка и щебня и их нагрева, в зависимости от вида смеси до 160-180°C, являются весьма энергоемкими. Поэтому отклонения режимных параметров от расчетных, оптимальных, ведут к существенным потерям энергии. Решение вопросов энергетической эффективности тепловых процессов связано с использованием систем управления различной структурной сложности.

Тепловой режим устанавливается обычно по температурам на входе и выходе сушильного барабана. При его поддержании особое внимание уделяется топке, разрежение в которой (10-20 Па) регулируется дымовым вентилятором и дымососом. При температуре дымовых газов, выше допустимой, ее снижение осуществляется подсосом воздуха в смесительную камеру или же уменьшением подачи топлива в топку. Если же наоборот температура поступающих в барабан печи газов ниже допустимой, уменьшают подсос воздуха или увеличивают расход топлива.

При выборе способа управления температурой теплоносителя обычно руководствуются величиной скорости газового потока непосредственно в сушильном барабане или разрежением за барабаном. Так, в случае, когда величина скорости или разрежения ниже установленной технологическим регламентом, для снижения температуры теплоносителя увеличивают подсос воздуха или снижают количество подаваемого топлива.

Перечисленные особенности процесса сушки в прямоточной вращающейся печи, в той или иной мере, учтены в схеме автоматического регулирования на рис.1.

В этой схеме использованы два канала регулирования: «температура в смесительной камере – расход топлива» и «температура в барабане – расход сырья». В первом канале по сигналу от термопары 2, установленной в смесительной камере 1, регулятор Р₁ управляет положением регулирующего органа, в качестве которого служит дроссельная заслонка, монтируемая на газопроводе перед форсункой топки. При этом давление газа поддерживается

на заданном значении обычным автономным регулятором (на схеме не показан), а количество первичного (на горение) и вторичного (на разбавление) воздуха остается постоянным. Второй канал состоит из кольцевой термопары 3, измеряющей температуру в начале барабана, регулятора P_2 , воздействующего на интенсивность подачи материала в сушилку загрузочным устройством 4.

Сущность работы второго контура регулирования состоит в том, что при увеличении подачи сырья температура в барабане начнет понижаться и регулятор уменьшит подачу.

Для случая, когда температура в конце барабана может оказаться ниже установленных значений, предусмотрена коррекция задания регулятора P_2 в зависимости от сигнала датчика температуры, устанавливаемого чаще всего в точке барабана 5 с помощью *корректирующего устройства (КУ)*.

Необходимым условием оптимального управления температурным режимом является обязательный учет в схеме автоматизации изменения температуры в двух точках по длине печи. В принципе этому условию отвечает схема автоматического управления на рис.1. Однако она может оказаться не эффективной при частых изменениях расхода материала, поступающего со сборного транспортера в сушилку.

Можно исправить этот недостаток, если количество тепла, подаваемого в барабан, регулировать изменением количества теплоносителя, либо его температурой или обоих параметров вместе взятых.

Схема управления, удовлетворяющая этим требованиям, приведена на рис.2, где в качестве объекта использован прямоточный вращающийся сушильный агрегат, работающий на газовом топливе.

В соответствии с этой схемой, регулирование режима сушки осуществляется двумя не связанными между собой *системами автоматического регулирования (САР)*. Первая САР предназначена для поддержания на заданном уровне температуры теплоносителя (дымовых газов) в смесительной камере, воздействуя на расход воздуха, поступающего в барабан печи. Термопара 1 контролирует температуру на входе в барабан, что позволяет учитывать также охлаждающее влияние воздуха, попадающего в зону сушки через неплотности. Эта термопара подключена к вторичному прибору – электронному потенциометру 2 с реостатным датчиком, сигнал от которого поступает к регулятору P_1 , управляющему исполнительным механизмом, который воздействует на дроссельную заслонку 3 на линии подачи воздуха.

При этом одновременно изменяется подача как первичного (основного) потока воздуха, необходимого для горения газа, так и вторичного, поступающего в смесительную камеру 4 с двух противоположных сторон.

Вторая САР поддерживает тепловой режим изменением подачи топлива (газа) в топку печи 5 в зависимости от температуры внутри барабана в зоне, удаленной от его торца со стороны топки на 2,2 м (при длине барабана 12 м).

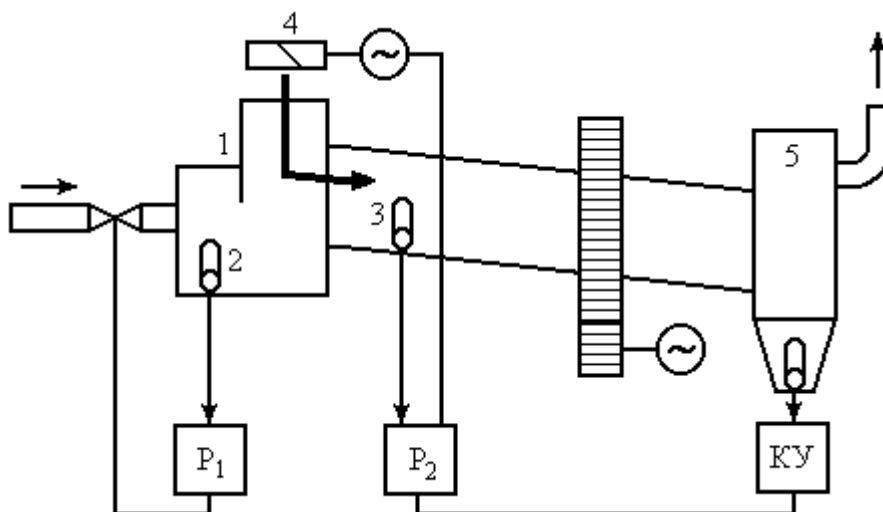


Рис. 1. Двухконтурное регулирование температуры в сушилке

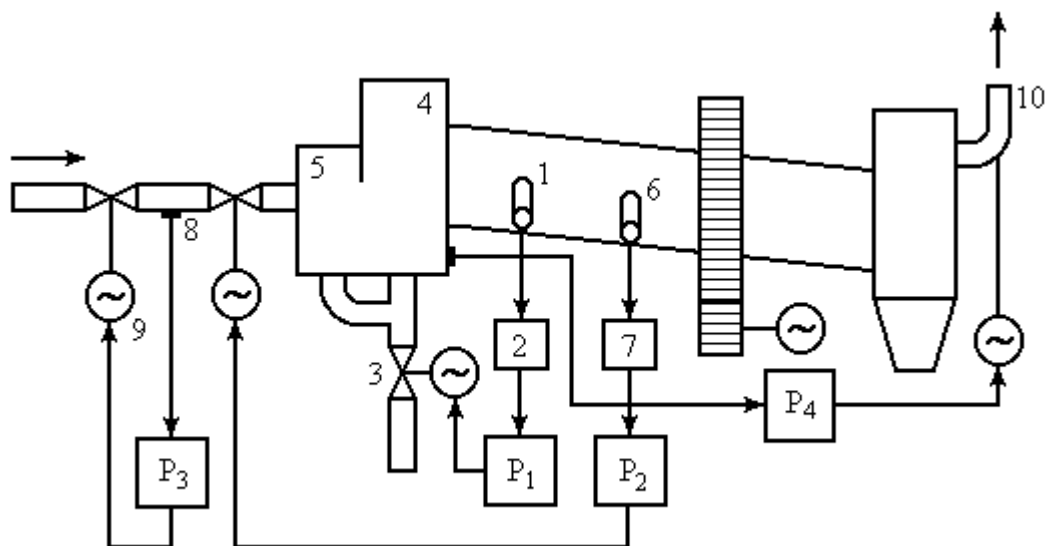


Рис. 2. Многоконтурная САР температуры

Здесь изменение температуры наибольшее по сравнению с другими точками по длине барабана при одном и том же изменении температуры перед ним. Сигнал от кольцевой термопары 6 передается электронному потенциометру 7 через токосъемное устройство, включающее два вращающихся вместе с барабаном кольца из красной меди и два ролика со щетками, к которым присоединяются компенсационные провода, идущие к вторичному прибору.

Процесс управления температурным режимом сушки протекает следующим образом. Если по каким-либо причинам возрастают подача сырья в барабан или содержание в нем влаги, то температура внутри барабана печи снижается и регулятор P_2 увеличивает расход газа. Это в свою очередь, повышает температуру дымовых газов в смешивательной камере, вследствие чего другой регулятор приоткрывает заслонку и увеличивает расход воздуха, пока температура теплоносителя не примет заданное значение. Поскольку работа двух рассмотренных регуляторов взаимосвязана, между ними желательна динамическая связь.

В проточных вращающихся сушильных агрегатах с газовым топливом для обеспечения нормальной работы указанных выше САР необходимо стабилизировать давление газов перед топкой. Для этого в схеме предусмотрена еще одна (третья) независимая САР, в

комплект которой входят манометр с индуктивным датчиком 8, изодромный регулятор P_3 и исполнительный механизм 9, управляющий заслонкой на линии подвода газа к топке. В случае значительных колебаний манометрического режима по газовому тракту «топка – барабан - циклон – дымосос» вводится дополнительный регулятор P_4 разрежения в топке путем изменения производительности дымососа.

Температурный режим сушки не всегда можно характеризовать в некотором промежуточном сечении барабана, как это принято в рассмотренном варианте САР. Поэтому более перспективной является схема регулирования с сигналами по температуре теплоносителя на выходе барабана и в его середине. В этом варианте, сохраняющем достоинство предыдущего, сигнал второго контура является опережающим, а первого – основным. Для большей же гарантии требуемого качества строительной смеси на выходе барабана печи представляется целесообразным введение еще одного корректирующего сигнала по загрузке барабана материалом.

Схема с коррекцией температурного режима по двум возмущающим воздействиям приведена на рис.3.

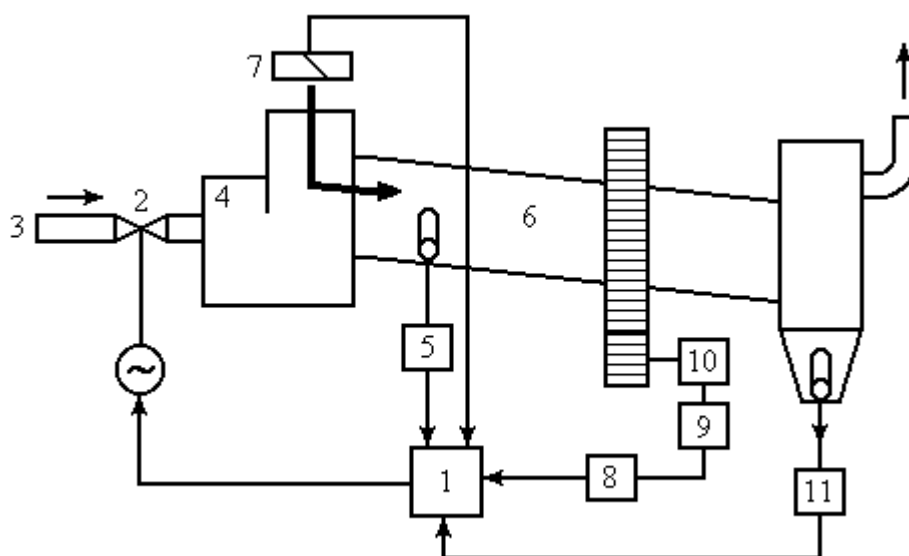


Рис. 3. Схема автоматизации сушилки с коррекцией по загрузке

По этой схеме регулятор температуры 1, воздействующий на подачу газа 2 из газопровода 3, кроме основного сигнала от термопары 5, установленной в начальной части барабана печи 6, и опережающего сигнала от манометрического термометра 11, измеряющего температуру материала на выходе печи, получает также еще один дополнительный сигнал от датчика 8, измеряющего ток электродвигателя 9, вращающего барабан через редуктор 10. Любой из корректирующих сигналов позволяет поддерживать температуру на входе в барабан сушильного агрегата в зависимости от его загрузки материалом загрузочным устройством 7.

Рассмотренные выше структуры автоматизации тепловых процессов достаточно традиционны. Они используют принцип обратной связи по одной или нескольким управляемым переменным (температура и влажность теплоносителя, разность температур и изменение влажности теплоносителя) и представляют собой системы стабилизации отдельных параметров, характеризующих тепловой процесс в сушильном барабане. Вполне очевидно прослеживается тенденция к постепенному усложнению автоматического регулятора за счет наращивания его структуры и функциональных связей и желание учесть как можно большее количество переменных. Взаимосвязь переменных заставляет вводить несколько контуров управления со своими регуляторами. Желание добиться большей

эффективности управления приводит к появлению многокаскадного регулирования. Автоматизация процессов тепловой обработки, как мы видим, идет по пути создания многопараметрических, но одноуровневых систем. Однако добиться таким путем оптимального результата не удастся. Здесь проявляется ограниченность подхода к самой идее автоматизации технологического процесса с большими постоянными времени. Критериями управления в этих случаях служат такие стандартные показатели качества как время и перерегулирование переходного процесса, с помощью которых оценивается вид переходного процесса и динамические параметры. То есть качество выполнения основной технологической функции объекта оценивается косвенным образом, исходя из задачи точного воспроизведения мгновенных значений желаемого сигнала на выходе. При создании систем управления обычно формулируются требования к некоторым ее точностным и динамическим показателям. Однако для технологических объектов такой подход не всегда оправдан и, в первую очередь, это касается тепловых объектов. Нельзя принятые в теории управления стандартные оценки качества процесса регулирования автоматически переносить на технологические объекты, так как для них, как правило, такие оценки не совпадают с технологическими показателями качества. Необходимо тщательный анализ технологии, учет особенностей ее организации, требований нормативных документов, чтобы сформировать функционал оптимальности и трансформировать технологические требования к процессу в стандартные показатели качества систем регулирования. Поэтому требуется иной комплексный подход к формированию моделей тепловых объектов и, который бы рассматривал проблему их автоматизации в едином контексте интеграции технологии, технических средств реализации процесса и управления. Необходимо изменить, концепцию проектирования подобных систем, стремясь отразить в их структуре с наибольшей полнотой свойства объекта управления, оптимизируя тепловые режимы технологических процессов на АБЗ по наиболее значимому параметру. Это возможно только с введением критерия оптимальности, то есть при постановке задачи синтеза оптимальной в динамике системы с моделью объекта, представленной уравнениями состояния. Это снижает трудности решения задачи синтеза управляющего устройства. Синтез энергетически эффективной системы управления на основе критерия энергетической эффективности позволяет максимально учесть свойства объекта управления.

Таким образом необходимы исследование и разработка более совершенных способов автоматизированного оптимального управления тепловыми объектами на предприятиях строительной отрасли, обеспечивающих эффективное снижение энергетических затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононыхин, Б.Д. Состояние и современные проблемы автоматизации машин строительного производства и предприятий строительной индустрии / Б.Д. Кононыхин, В.А. Воробьев // Известия вузов. Строительство и архитектура. - 1989. - № 4. - С. 73 - 79.
2. Евдокимов, В.А. Механизация и автоматизация строительного производства / В.А. Евдокимов. - Л.: Стройиздат, 1985.
3. Бушуев С.Д. Автоматика и автоматизация производственных процессов / С.Д. Бушуев, В.С. Михайлов. - М.: Высшая школа, 1990, 256 с.

Рецензент: Профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов» МАДИ д.т.н., профессор Марсов Вадим Израилевич.