

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ЗАГРУЗКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ОБЛАСТЬ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Камель Г.И., докт. техн. наук, Яковлева А.Г.,
Волков Г.П., канд. техн. наук, Ершов А.В., докт. техн. наук
(Запорожский национальный технический университет)

В данной статье приведена схема автоматизации контроля процессом варки целлюлозы на установке типа Камюр. Приведены элементы управления процессом непрерывной варки с помощью ЭВМ

Введение. Для стабильной работы транспортной системы непрерывной варки целлюлозы необходимо осуществлять автоматизацию контроля и регулирования процесса непрерывной варки целлюлозы в установках Камюр на разных стадиях эксплуатации. Полная и достоверная информация о состоянии контрольно-измерительных приборах позволяет равномерно загружать оборудование в пространстве и во времени, а знание составляющих контрольно-измерительных приборов позволяет разработать технические решения по стабилизации эксплуатационных параметров.

Анализ публикаций. В работах [1,2] приводятся рабочие параметры роторных питателей промышленного транспорта (ПТ) шведской фирмы Камюр. В этих установках автоматизация контроля и регулирования процесса непрерывной варки целлюлозы на разных стадиях эксплуатации влияет на надежность, срок службы оборудования и качество получаемой целлюлозы. Анализ литературных источников показал, что на разных предприятиях эти проблемы решаются по-разному.

Целью работы является решение следующих задач: описать схему автоматизации и управления процессом варки целлюлозы; привести перечень конкретных технологических схем контроля, которые используются в установках; привести приборы и оснастку, которая используется при автоматизации контроля и регулирования процесса варки: описать управление и регулирование процесса варки; описать управление процессом варки в варочном котле, которые обеспечивают поддержание заданных условий и необходимых температурных графиков.

Решение задачи. Установка непрерывной варки оснащена контрольно-измерительными и регулирующими приборами, позволяющими вести управление технологическим процессом варки автоматически. Для контроля варочного процесса на щите пульта управления, находящегося в варочном цехе, нанесена мнемосхема и смонтированы все основные контрольно-измерительные и регулирующие приборы, технологическая и аварийная сигнализация, ключи дистанционного управления, пусковые кнопки и амперметры электродвигателей.

Постоянство дозирования щепы регулируется частотой вращения ротора дозатора через вариатор, приводимый в движение от электродвигателя. Давле-

ние в пропарочной камере измеряется манометром. Необходимое давление в камере поддерживается с помощью регулятора, который открывает доступ в камеру свежего пара низкого давления в тех случаях, когда паров вскипания оказывается недостаточно. Уровень щелы в питательной трубе измеряется уровнемером. Положение регулирующего вентиля может переключаться с одного положения в другое с помощью автоматического или ручного управления. Объем белого щелока измеряется магнитным расходомером. Замер преобразуется в пневматическое давление 0,02-0,1 МПа и регистрируется самописцем с редукционным клапаном и переключателем для регулятора. Ручное регулирование на автоматическое и обратно переключается по специальной инструкции. Объем щелока в линии циркуляции высокого давления измеряется трубкой Вентури. На щите управления устанавливают показывающий расходомер.

Объем варочного циркулирующего щелока измеряется трубкой Вентури. На щите находится только показывающий расходомер. Объем щелока, подаваемого в варочный котел, измеряют ручным регулированием вентиля, расположенных на установке. Объем черного щелока измеряют трубкой Вентури. Поступление черного щелока регулируется находящимися на щите пульта управления измерительными приборами, редукционным клапаном с пневматическим переключателем. Управляют регулятором в соответствии с инструкцией.

Выдувным вентилем управляют при помощи редукционного клапана, установленного на щите пульта управления. Там же расположен и прибор, показывающий положение вентиля.

Температура щелока в варочной циркуляции измеряется при помощи передатчика температуры, имеющего капиллярный датчик, заполненный ртутью. Регулятор температуры и самопишущий регистрирующий прибор расположены на щите пульта управления. Управление регулятором и переключение с ручного на автоматическое управление и обратно осуществляется в соответствии со специальной инструкцией. Прибор на щите пульта управления регистрирует замеренное значение и показывает установочное значение и положение вентиля.

Давление в варочном котле измеряется автоматическим передатчиком давления и записывается на самописце, расположенном на щите пульта управления. Установленный на щите регулятор управляет объемом подаваемого черного щелока в нижнюю часть котла. Концентрация массы в концентраторе измеряется по мощности, расходуемой смесительным насосом. В качестве передатчика применяется преобразователь электрического тока, выходное напряжение его преобразуется в пневматический сигнал давления.

Управление всеми электродвигателями сосредоточено на щите пульта управления. На мнемонической схеме технологического процесса каждый электродвигатель условно обозначается двумя сигнальными лампочками: зеленый зажигается, когда двигатель в работе; красный - когда он не работает. Кроме того, электродвигатели и пускатели на мнемосхеме обозначены порядковыми номерами.

На щите пульта управления под защитным стеклом расположена кнопка аварийного останова оборудования, а также система аварийной сигнализации от винта пропарочной камеры, питателя высокого давления, винта загрузочного устройства, выдувных трубопроводов, трубопровода белого щелока, уров-

немера черного щелока, а также сигнализации уровня щепы в котле, давления в котле, давления пара высокого и низкого давления на трубопроводе и давления сжатого воздуха. При включении аварийной сигнализации подается звуковой сигнал и зажигается мигающая желтая лампочка, которая горит до ликвидации аварийного состояния. На щите пульта управления располагаются также блокировочные переключатели, предупреждающие возможность включения в работу насосов варочного цеха в неправильном порядке. Предусмотрены две самостоятельные блокировочные системы: первая для блокирования работы питателя низкого давления и дозатора щепы, вторая синхронизирует работу винта загрузочного устройства, насоса питательной циркуляции высокого давления, винта пропарочной камеры и дозатора щепы. Когда переключатели блокировочной системы находятся в положении "сблокировано", пуск электродвигателей возможен только в указанном порядке.

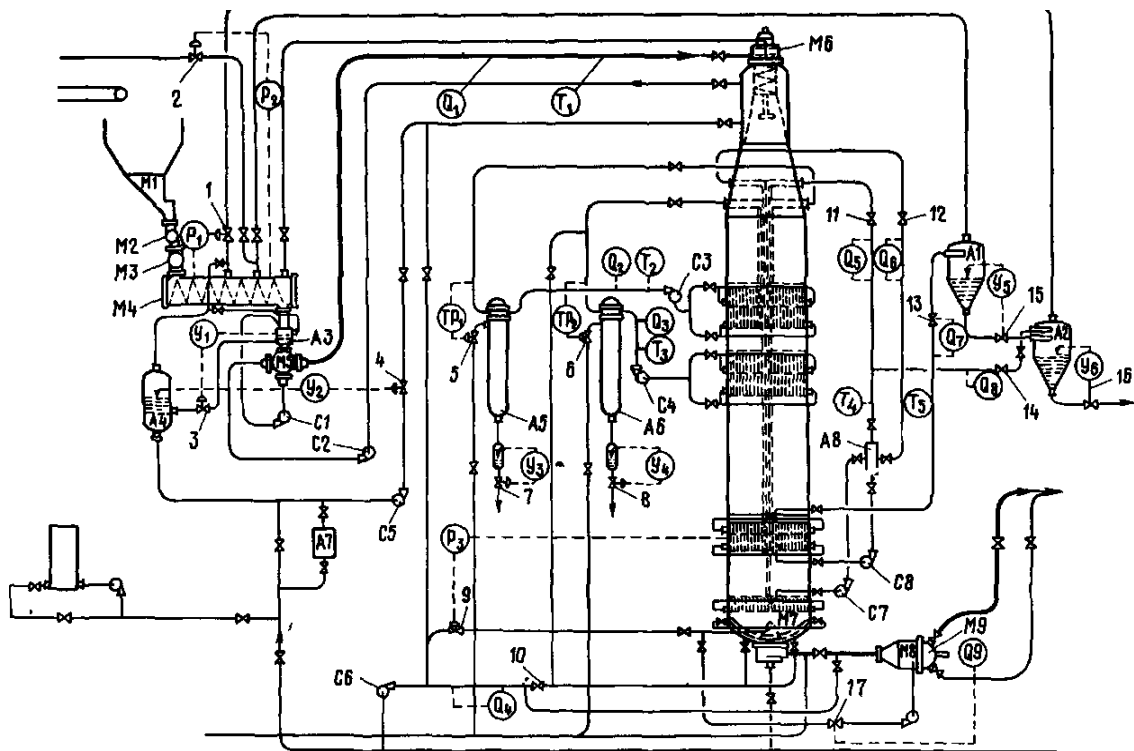


Рис. 1. Схема автоматизации контроля и управления процессом варки.

На рис. 1 показана схема расположения измерительных и регулирующих приборов в однопоточной установке непрерывной варки шведской фирмы Камюр:

- давление пара в пропарочной камере поддерживается регулятором $P1$, регулирующим выпуск парогазовой смеси из камеры воздействием на регулирующий клапан 1, расположенный на трубопроводе для отвода парогазовой смеси, и регулятором давления, воздействующим на регулирующий клапан 2 в том случае, если давление сдувочных газов недостаточно для осуществления процесса пропарки;

- уровень варочного щелока в питательной трубе регулируется уровнемером $U1$, воздействующим на регулирующий клапан 3;

- температура в верхней части котла регистрируется термометром *Т1*, установленным на линии верхней питательной циркуляции, подающей в варочный аппарат смесь щелока со щепой;
- уровень щелока в резервуаре постоянного уровня поддерживается регулятором *У2*, воздействующим на регулирующий клапан *4*;
- расходомер *Q1* указывает на расход щелока в верхней питательной циркуляции, а также на состояние чистоты сит загрузочного устройства варочного котла;
- терморегуляторы *ТР1* и *ТР2* регулируют температуру варочного щелока, циркулирующего в двух зонах варки, воздействуя на регулирующие клапаны *5* и *6*;
- температура варочного щелока в соответствующей зоне варки регистрируется термометрами *Т1* и *Т3*. Объем циркулирующего щелока измеряется расходомерами *Q1* и *Q2*;
- уровень жидкости в конденсационных горшках поддерживается регуляторами уровнями *У3* и *У4* воздействующими на регулирующие клапаны *7* и *8*;
- необходимое давление в варочном котле поддерживается регулятором давления *Р3* регулирующим подачу черного щелока воздействием на регулирующий клапан *9*. Объем подаваемого в котел черного щелока регулируется расходомером *Q4*, воздействующими на регулирующий клапан *10*;
- объем циркулирующего варочного щелока в зоне диффузионной промывки регулируется расходомерами *Q5* и *Q6* воздействующими на регулирующие клапаны *11* и *12*. Температура щелока регистрируется термометрами *Т4* и *Т5*;
- объем щелока, отбираемого из варочного котла в расширительный резервуар (циклоны-испарители), регулируется расходомерами *Q7* и *Q8* воздействующими на регулирующие клапаны *13* и *14*;
- уровень щелока в расширительном резервуаре (циклонах-испарителях) поддерживается регуляторами *У5* и *У6*, воздействующими на регулирующие клапаны *15* и *16*;
- концентрация массы в концентраторе регулируется объемом отбираемого черного щелока через расходомер *Q9* при воздействии на регулирующий клапан *17*. Процессом варки управляет оператор (старший варщик), который включает и выключает кнопки на щите пульта управления.

Управление процессом непрерывной варки при помощи ЭВМ. В режимах изменения производительности установки и вида вырабатываемой продукции очень сложно обеспечивать стабильность технологического процесса, минимальное снижение качественных показателей конечного продукта, особенно степени его делигнификации, а также увеличение выхода продукции, получение оптимальной крепости черного щелока, отбираемого на регенерацию химикатом, и другие параметры независимо от субъективных особенностей оператора (старшего варщика), осуществляющего контроль и регулирование варочного процесса. Сейчас широко используются автоматизированные системы управления процессом варки с применением электронно-вычислительных машин, исключающих субъективное влияние оператора (старшего варщика) на ход процесса.

Основа автоматизированного управления процессом варки – регулирование материальных и тепловых потоков на отдельных участках варочного котла, которые обеспечивают поддержание заданных начальных условий и необходимых тем-

пературных графиков. Для управления процессом варки предварительно разрабатывают модель, математически описывающую весь процесс варки. В модели учитывают факторы, оказывающие влияние на процесс варки. При постоянном качестве щепы на результат варки оказывают влияние такие переменные величины, как продолжительность и температура варки, концентрация и состав варочного щелока. Продолжительность варки в непрерывно действующих установках типа Камюр обратно пропорциональна производительности котла, поэтому на практике этим условием пользуются для получения желаемого выхода полуфабрикатов. Состав белого щелока ($\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$) определяется системой регенерации химикатов отработанного черного щелока и потерями химикатов в процессе варки, которые восполняются добавлением сульфата натрия, восстанавливаемого в Na_2S в процессе регенерации химикатов. Концентрация варочного щелока в котле определяется объемом задаваемой активной щелочи на 1 т древесины и гидромодулем.

Изменение производительности установки вручную приводит, как правило, к снижению качественных показателей полуфабриката, вырабатываемого в период наладки процесса, так как практически трудно быстро и правильно осуществить переход с одного режима на другой. Применение ЭВМ позволяет устранить эти недостатки, так как она работает по определенной программе и может осуществлять переключения с одного режима на другой без нарушения процесса варки.

Система регулирования подачи щепы в установку измеряет частоту вращения ротора дозатора и настраивает ее таким образом, чтобы была обеспечена заданная производительность установки и установленная продолжительность нахождения щепы в котле. Нагрузка на привод питателя низкого давления служит индикатором объема подаваемой в котел щепы. Другая система регулирует расход варочного щелока в зависимости от объема подаваемой щепы, поддерживая заданное соотношение активной щелочи и загруженной щепы. Эта система стабилизирует процесс варки и способствует достижению требуемой степени делигнификации при минимальном избытке щелочи.

При изменении расхода белого щелока состав варочного щелока в линии верхней питательной циркуляции изменяется медленно (постоянное время составляет около 1 ч). Для обеспечения более быстрого осуществления регулирующего воздействия разработан специальный алгоритм, по которому расход белого щелока вначале изменяется на величину, превышающую необходимую степень регулирующего воздействия, а через некоторое время приводится к новому заданному значению. С помощью системы регулирования гидромодуля управляют подачей слабого черного щелока в верхнюю часть котла, поддерживая заданное объемное соотношение щепы и щелока.

Так как температуру массы в различных зонах котла не удается измерять непосредственно, ее определяют по уравнению модели с учетом результатов косвенных измерений. Особенно важно следить за температурой содержимого варочного котла на уровне нижней варочной зоны. Степень делигнификации определяется по результатам анализа проб массы, отбираемой из выдувной линии. Значение степени делигнификации вводится затем в ЭВМ с помощью специальной фильтрующей подпрограммы, исключающей получение заведомо неправильных сигналов. Введенное значение сравнивается с заданным, и при наличии отклонения

осуществляется воздействие на систему регулирования температуры в зоне варки по принципу обратной связи с учетом транспортного запаздывания, определяемого из моделирования процесса движения массы от зоны варки к выдувной линии. С помощью этой же модели прогнозируется степень делигнификации массы в выдувной линии в промежутках между отборами проб.

Система регулирования температуры в зоне горячей диффузионной промывки служит для воздействия на расход подаваемого охлажденного щелока, устанавливая тем самым тот уровень в котле, на котором температура массы снижается до такого значения, при котором процесс варки заканчивается. Одновременно регулируется и скорость подъема промывного щелока в зоне диффузионной промывки, обеспечивающая наибольшую эффективность промывки.

Температура и скорость прохождения промывного щелока зависят от расхода отбираемого щелока. Для того чтобы управлять этими параметрами отдельно, применяют дополнительную линию циркуляции массы из выдувной линии обратно в зону охлаждения. Система управления выдувкой массы обеспечивает постоянство ее концентрации в выдувной линии. Расход в этой линии задается в зависимости от требуемой производительности установки. Оператор (старший варщик) вводит в ЭВМ значения отношения объемного расхода массы в минуту к суточной производительности установки.

Концентрация массы непосредственно в выдувной линии не измеряется, однако изменение уровня щепы в котле при постоянной скорости ее подачи может служить достаточно точным косвенным показателем изменения концентрации массы, которая учитывается в системе управления. Поддержанию постоянства концентрации массы в выдувной линии способствует регулирование расхода слабого черного щелока по отношению к расходу фильтрата, подаваемого в котел через донную решетку.

Система регулирования уровня щепы в верхней части варочного котла поддерживает постоянный уровень щепы, чтобы обеспечить стабильную скорость ее продвижения в нижнюю часть котла и, следовательно, требуемую длительность пребывания щепы в варочной зоне. Уровень щепы в котле вычисляется по нагрузке на привод винта сепаратора загрузочного устройства и показателям сигнализирующей аппаратуры. Частота вращения винта используется в качестве первичного регулируемого параметра, воздействующего на уровень концентрации массы в выдувной линии. Плавное изменение производительности установки осуществляется таким образом, чтобы в переходном режиме степень делигнификации целлюлозы не изменилась.

В соответствии с уравнениями математической модели вначале находятся и задаются изменения в зонах варки, определяющих завершение процесса варки при изменении ее продолжительности, а затем изменения в объемах подаваемой щепы, варочного щелока и других составляющих. В случае необходимости немедленного изменения производительности установки все указанные выше параметры изменяются одновременно, но в таком соотношении, чтобы отклонение степени делигнификации в переходном режиме было минимальным. Аналогичным способом осуществляется переход выработки с одного вида продукции на другой или при изменении породного состава древесины.

Выводы. 1. Современные варочные котлы оснащены контрольно-измерительными и регулировочными приборами, которые позволяют вести управление технологическими процессами варки автоматически.

2. Из схемы автоматизации контроля и управления процессом варки целлюлозы видно, что роль роторных питателей чрезвычайно велика, так как они обеспечивают автоматическую подачу в варочный котел технологической щепы.

3. Управление всеми двигателями сконцентрировано на щите пульта управления. На кинематической схеме все двигатели имеют свое обозначение в виде сигнальных лампочек и по их загоранию судят о рабочем состоянии того или иного двигателя.

4. Широко на предприятиях внедрены автоматизированные системы управления процессом варки с применением ЕВМ, исключающие субъективное влияние оператора на ход технологического процесса.

5. Процесс управления варкой целлюлозой можно вести, как в автоматическом, так и в ручном режиме. При ручном режиме происходит снижение качественных показателей целлюлозы.

6. В перспективе необходимо будет более подробно установить комплекс факторов выполняемых роторным питателем по подаче в варочный котел технологической щепы.

Список литературы

1. Камель Г.И. Рабочие параметры роторных питателей Камюр / Г.И. Камель // Бумажная промышленность. – №7. – 1989. – С. 14 -16.
2. Нечаев Г.И. Повышение надежности и продуктивности загрузочных устройств непрерывной варки целлюлозы и полуцеллюлозы / Г.И. Нечаев, Г.И. Камель // Монография. – Луганск: Изд-во СНУ им. В. Даля, 2005. – 392 с.

Анотація

Автоматизація контролю й регулювання безперервного завантаження дрібної деревини в область високого тиску

В даній статті подана схема автоматизованого контролю процесом варіння целюлози на установках типу Камюр. Подані елементи управління процесом безперервного варіння за допомогою ЕОМ

Abstrast

Automation of control and regulation of continuous feeding small pieces of wood in the area of high pressure

This article gives the scheme of the automatization of the control over the cellulose welding process on the set type Kamur