

адаптивности роботов, что соответствует общемировому переходу к «умным» производствам и киберфизическим системам. [1], [2]

ЛИТЕРАТУРА

1. Козырев, Ю.Г. Автоматизированные технологии и производства. – М.: КноРус, 2017.
2. Павлов, И.Я., Якушев, В.И. Роботы: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2004.

УДК 681.51: 676.082.4

Д.А. Ковалёв, доц., канд. техн. наук,
зав. кафедрой АТПиП
(СПбГУПТД, ВШТЭ, г. Санкт-Петербург, Россия)

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА СОДОРЕГЕНЕРАЦИОННОГО КОТЛОАГРЕГАТА

Сульфатный способ производства целлюлозы [1] характеризуется снижением потребности в топливе за счет утилизации потенциального тепла органической части черных щелоков в содорегенерационных котлоагрегатах (СРК), представляющих собой энерго-технологические установки, вырабатывающие регенерируемые химикаты и энергетическое тепло – пар (рис. 1).

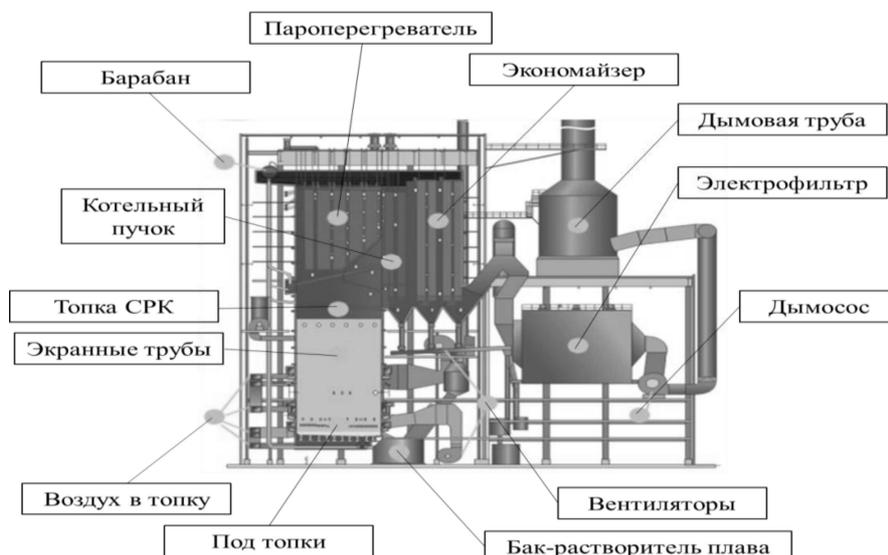


Рисунок 1 – Содорегенерационный котлоагрегат

Надежная и экономичная работа СРК определяет рентабельность производства целлюлозы. Поэтому решение вопросов, связанных с его надежной, экономичной и экологически чистой работой, является критически важной задачей.

Надежность и экономичность работы СРК в значительной степени определяется состоянием поверхностей нагрева которое зависит как от системы подготовки, так и от условий организации процесса горения.

Одним из параметров, характеризующих процесс подготовки черного щелока к сжиганию, является качество распыления черного щелока форсунками. Тонкое распыливание черного щелока приведет к тому, что капли будут быстро подсушиваться во встречном газовом потоке.

Одновременно с подсушиванием происходит пиролиз органической составляющей черного щелока, и по мере выделения летучих продуктов органический остаток щелока превращается в уголь. При этом часть его успевает сгореть в топочном объеме и тем самым вызывает изменение высоты слоя огарка. Тонкое распыливание черного щелока повышает температуру в топке, что влечет за собой максимальную производительность по пару.

Процесс горения черного щелока возможен только при наличии кислорода воздуха. Для организации процесса полного сжигания черного щелока и снижения уровня выбросов в атмосферу подачу воздуха осуществляют путем распределения его по трем ярусам по высоте топочного пространства. Изменение соотношения первичный воздух к общему вызывает изменение высоты слоя огарка.

Таким образом, на стационарность процессов, протекающих в топочном пространстве, влияет как распыливание черного щелока форсунками, так и изменение соотношения подачи воздуха.

Тонкое распыливание черного щелока повышает температуру в топке, следствием этого является увеличение скорости дымовых газов, увеличение сублимации щелочных солей и загрязнение поверхностей нагрева. Аналогичная ситуация возникает при попытках получить максимальную паропроизводительность, включая форсунки дополнительного топлива. Другим источником повышенной сублимации солей натрия и, следовательно, загрязнения поверхностей нагрева является изменения уровня огарка в топке СРК.

Экономичность работы СРК зависит от состояния поверхностей нагрева, поэтому СРК оснащается штатной системой сажеобдувки, имеющей несколько режимов эксплуатации: базовый режим; аварийный режим; останов на расшлаковку.

При базовом режиме сажеобдувки последовательность работы сажеобдувочных аппаратов строго фиксирована, и система только информирует оператора о выбранной стратегии очистки, а также о всевозможных отклонениях от заданного алгоритма управления.

При базовом режиме система очистки поверхностей нагрева диагностирует состояние сажеобдувочных аппаратов, контролируя тем

самым их работоспособность, а также время нахождения в работе, что необходимо для расчета технико-экономических показателей.

Для повышения рентабельности сажеобдудки необходимо учитывать, что очистка осуществляется вырабатываемым СРК паром.

В связи с этим осуществляется непрерывный мониторинг текущего состояния поверхностей нагрева. При этом используется ряд критериев. Простейший из них – это изменение разрежения на отдельном участке котлоагрегата.

При выборе критерия оценки останова СРК на расшлаковку используется технико-экономический критерий, учитывающий не только экономическую составляющую, но и технологию производства.

С учетом вышеприведенного разработана имитационная модель процесса сажеобдудки для предиктивной аналитики состояния поверхностей нагрева (рис. 2).

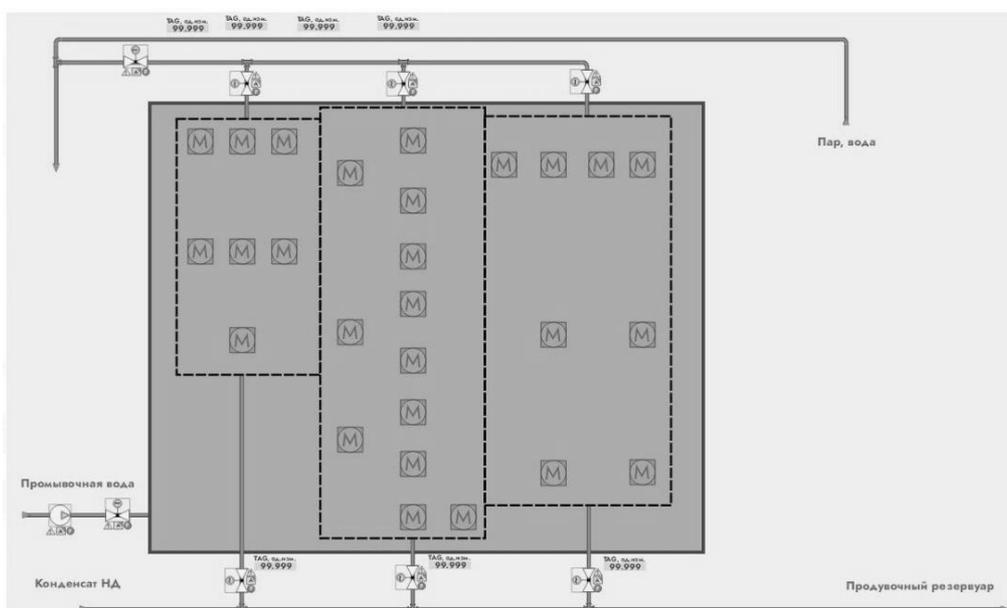


Рисунок 2 – Фрагмент имитационной модели процесса сажеобдудки

Разработанная имитационная модель процесса сажеобдудки позволяет анализировать состояния поверхностей нагрева и прогнозировать останов СРК на расшлаковку.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТС 1-2023. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Целлюлозно-бумажное производство» (утв. Приказом Росстандарта от 26.12.2023 № 2795)