

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПИРОЛИЗА ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ C₂-C₄

А.М. Алиев¹, А.З. Таиров¹, А.М. Гусейнова¹, Н.Р. Исмаилов²

Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, г. Баку

²Завод “Этилен–Полиэтилен” Госконцерна “Азерхимия”, г. Сумгайыт

Разработана схема управления процессом пиролиза углеводородных газов C₂-C₄ в четырехпоточной пиролизной печи Сумгайытского завода “Этилен–Полиэтилен”

Важнейшими параметрами процесса пиролиза в трубчатых печах являются температура, время пребывания сырья в реакторе, парциальное давление взаимодействующих углеводородов (пирогаза) и состав исходного сырья.

Жесткость (интенсивность) пиролиза углеводородного сырья определяются температурой и временем пребывания его в области высоких температур, в которой осуществляется пиролиз.

Как показывает практика, увеличение температуры пиролиза с одновременным соответствующим сокращением времени пребывания (т.е. с увеличением жесткости процесса) способствует достижению более высоких выходов целевых продуктов, в том числе этилена.

За количественную меру жесткости пиролиза целесообразно принять критерий, учитывающий оба указанных параметра. В литературе [1, 2] функция жесткости определяется по эмпирической формуле Линдена:

$$\mu = t \cdot \tau^{0.06},$$

где t – температура в зоне реакции, °C; τ – время реакции, сек.

Для каждого вида сырья существует оптимальное сочетание указанных параметров. В случае изменения времени реакции должна быть изменена и температура реакции – при увеличении времени реакции температура должна быть снижена, и наоборот.

Нами разработана схема управления процессом пиролиза углеводородных газов C₂-C₄ в четырехпоточной пиролизной печи Сумгайытского завода “Этилен–Полиэтилен”(рис.1), принцип работы которой приводится ниже. Информация по температуре пирогаза на выходе из печи t_k , расходам сырья G_c и пара G_n поступает в вычислительное устройство ВУ для расчета текущего значения функции жесткости, откуда сигнал, пропорциональный текущему параметру жесткости $\mu_{тек}$, поступает в регулятор функции жесткости РФЖ, где сравнивается с сигналом, поступающим из оптимизатора.

В оптимизаторе производится расчет функции жесткости по математической модели и находится оптимальное ее значение $\mu_{опт}$, соответствующее максимальному выходу целевых продуктов. В оптимизаторе проводится также проверка на выполнение ограничений на температуру внутри змеевика и на температуру стенки змеевика, а также соотношение пар:сырье.

Если между текущим и оптимальными значениями функции жесткости будет отклонение, то, в зависимости от знака отклонения, будем увеличивать или уменьшать подачу топливного газа (при условии постоянства теплонапряженности по длине змеевика). Для этого по линии управления I будет посылаться сигнал на исполнительный механизм 6 подачи топлива в реактор. Из-за наложенных на температуры стенки и пирогаза ограничений не всегда удастся уменьшить расхождение между $\mu_{тек}$ и $\mu_{опт}$. В этом случае необходимо будет

оперировать величинами расхода сырья и пара, изменение которых автоматически изменит время контакта, т.е., соответственно, и значение функции жесткости. Для этого по линиям управления II и III посылаются сигналы на регуляторы расхода сырья РРС и пара РРП, откуда – на исполнительные механизмы 4 и 5.

Регуляторы РРТ, РРС и РРП выполняют стабилизацию расходов топлива, сырья и пара, т.е. стабилизацию режима пиролиза.

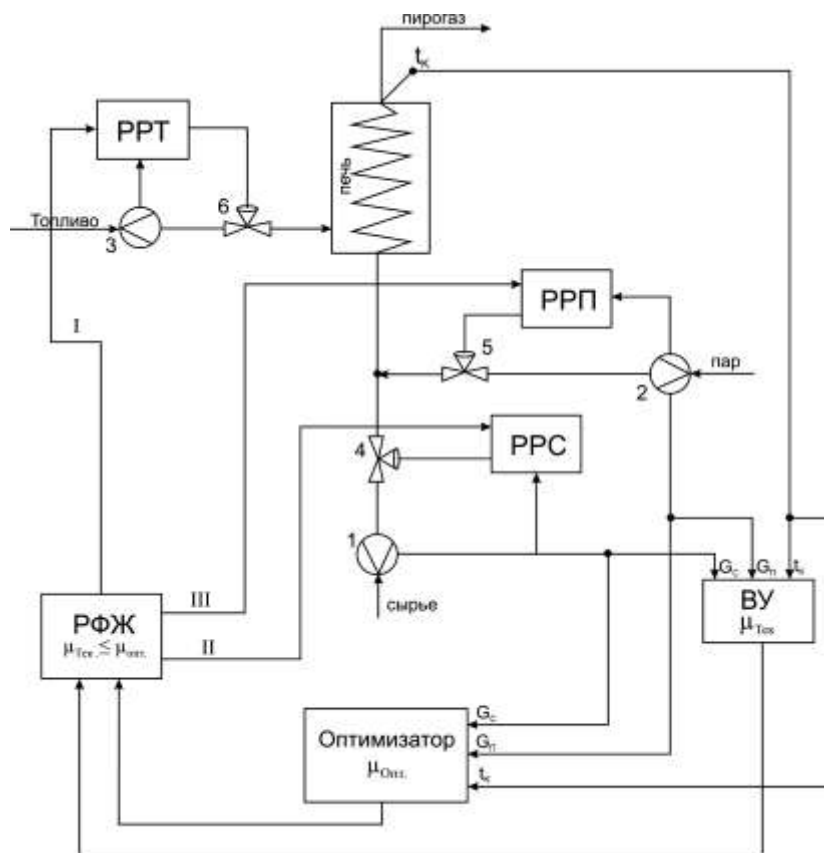


Рис.1. Схема оптимального управления процессом пиролиза углеводородных газов C₂-C₄:
1, 2, 3 – расходомеры сырья, пара, топлива; 4, 5, 6 – исполнительные механизмы

Ниже приводится блок-схема алгоритма оптимального управления процессом пиролиза углеводородных газов C₂-C₄ (рис.2).

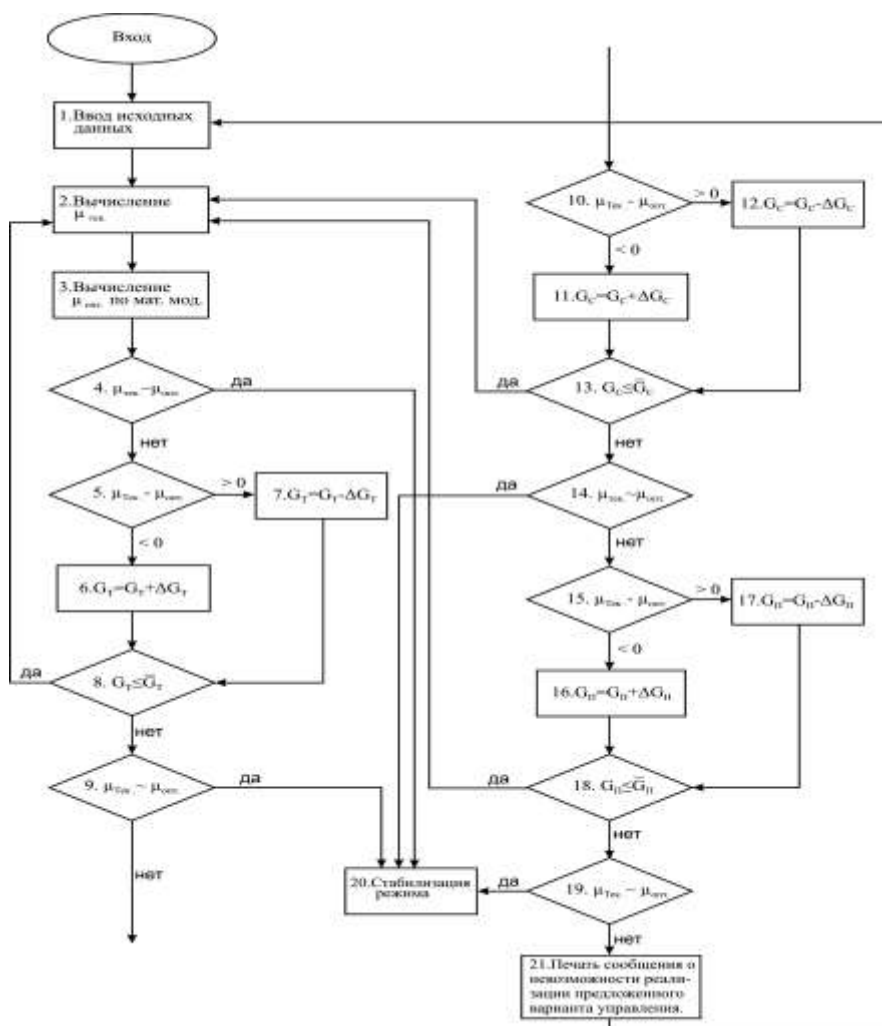


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оптимального управления процессом пиролиза углеводородных газов C_2-C_4 .

Блок 1. Ввод всех исходных данных, необходимых для расчета реактора по математической модели.

Блок 2. Вычисление текущего значения функции жесткости $\mu_{\text{тек}}$ для заданного расхода парогазовой смеси

Блок 3. Вычисление оптимального значения функции жесткости $\mu_{\text{опт}}$ по математической модели с использованием в качестве критерия оптимальности максимума выхода целевых продуктов.

Блок 4. Для обеспечения работы реактора на оптимальном режиме проводится сравнение текущего и оптимальных значений функции жесткости. В случае их совпадения фиксируются оптимальные значения температуры $T_{\text{опт}}$ и времени реакции $\tau_{\text{опт}}$, которые передаются на блок 20 – блок стабилизации режимных параметров процесса G_T , G_C , G_H .

Блок 5. Если значения $\mu_{\text{тек}}$ и $\mu_{\text{опт}}$ отличаются, то при отрицательном значении их разности будем увеличивать подачу топливного газа в печь (блок 6), а при положительном – уменьшать (блок 7).

Блок 8. Здесь идет сравнение увеличенного или уменьшенного количества G_T с максимально допустимым \overline{G}_T , определяемым регламентом завода. Если соотношение $G_T \leq \overline{G}_T$ выполняется, то по линии управления I будет сообщаться сигнал на механизм 6 (рис.1) о необходимости подачи нужного количества топлива в печь (оттуда – в блок 2 рис. 2).

Блок 9. Здесь опять идет сравнение $\mu_{\text{тек}}$ и $\mu_{\text{опт}}$ уже при работе печи на новом количестве топливного газа, и, если они совпадают, то, значит, режим стабилизирован за счет только измененного количества топлива. Это количество топлива фиксируется, и управление передается блоку стабилизации 20.

Блок 10. Если же режим не удалось стабилизировать, то при положительном или отрицательном значении разности $\mu_{\text{тек}} - \mu_{\text{опт}}$ по линии управления II будут сообщаться сведения на исполнительный механизм 4 (рис.1) об увеличении (блок 11) или уменьшении (блок 12) количества подаваемого сырья G_c (оттуда – в блок 2).

Блок 13. Эти измененные количества сырья будут сравниваться с максимально возможным для завода количеством сырья \overline{G}_c : $G_c \leq \overline{G}_c$ и при соблюдении этого условия будет повторяться весь расчет, начиная с блока 2, но уже при новом G_c .

Блок 14. Если сравнение $\mu_{\text{тек}}$ с $\mu_{\text{опт}}$ окажется положительным, т.е. режим удалось привести к оптимальному, то фиксируется это новое значение G_c , и управление передается блоку стабилизации 20.

Если же регулирование режимом с помощью изменения количества сырья не удалось, то аналогичные действия проводятся с изменением расхода пара (блоки 15–18).

Блок 19. Сравнение $\mu_{\text{тек}}$ с $\mu_{\text{опт}}$ при уже новых значениях топлива, сырья и пара покажет возможность стабилизации процесса (приведении его к оптимальному режиму) за счет поочередного изменения расходов этих параметров. В этом случае управление передается блоку 20.

Если же получить оптимальный режим процесса не удалось, то, значит, данный вариант решения нереализуем, что фиксируется в блоке 21. Тогда управление передается блоку I для ввода откорректированных исходных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гориславец С.П., Тменов Д.Н., Майоров В.И. Пиролиз углеводородного сырья. Киев: Наукова Думка. 1977.
2. Масальский К.Е., Годик В.М. Пиролизные установки. М.: Химия. 1968.