

## ДИАГНОСТИКА ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ НАДЕЖНЫЙ И БЕЗАВАРИЙНЫЙ СИНТЕЗ МЕТАНОЛА

Бирюков А.Б., Дробот С.Г., Манойлов Д.В.  
Донецкий национальный технический университет

Экологические проблемы Украины, как и других стран, на данный момент, стоят очень остро. В основном они связаны с выбросами ядовитых веществ в землю, воду и атмосферу. Если не уменьшить нагрузку на окружающую среду, то это вызовет активное ускорение глобального экологического кризиса. Украина принадлежит к тем странам мира, где состояние окружающей среды расценивается как неблагоприятное, а во многих областях как критическое или близкое к такому. Одним из путей улучшения экологической ситуации, есть усовершенствование существующих технологий и оборудование.

В данной работе решается задача создания концептуальных и алгоритмических основ систем диагностики тепловой работы водоохлаждаемых реакторов синтеза метанола, для их надежной и безаварийной работы. Задача решается за счет разработки методики составления теплового баланса реактора и ее использования для определения важных технологических параметров на стадии проектирования (максимальные и номинальные расходы пара и питательной воды) и создания алгоритма для оперативной диагностики тепловой работы реактора путем определения доли расходования монооксида углерода в реакциях синтеза и соответственно вынесения суждения об истощении каталитической способности катализатора.

Схема водоохлаждаемого реактора синтеза метанола с предложенным набором элементов КИП и АСУ ТП для диагностики тепловой работы представлена на рисунке 1.

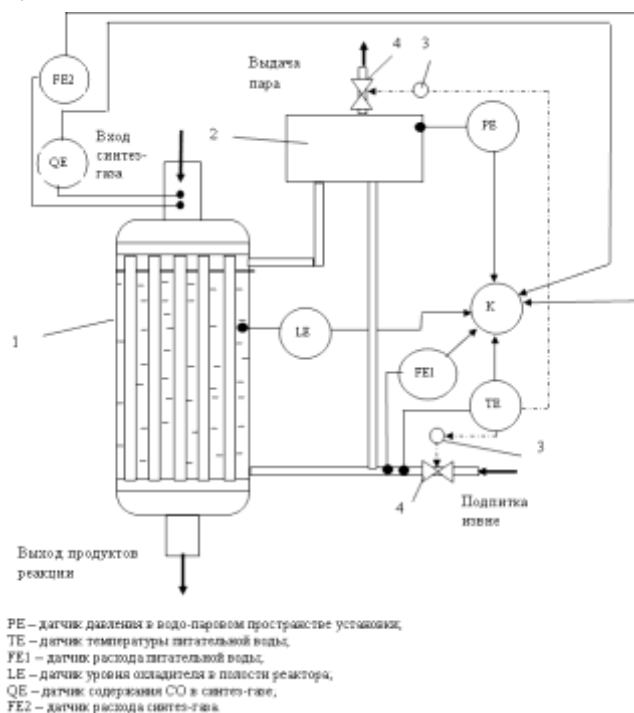


Рис.1 – Системы диагностики тепловой работы реакторов синтеза метанола (1 – водоохлаждаемый реактор, 2 – сепаратор, 3 – исполнительные механизмы, 4 – регулирующие органы)

Составление теплового баланса водоохлаждаемого реактора необходимо как на стадии его проектирования, так и для создания алгоритма управления и мониторинга. На стадии проектирования сепаратора необходимо знать номинальный и максимальный расходы пара, которые будут образовываться в реакторе.

Энтальпия питательной воды выбирается в зависимости от ее давления и температуры, а насыщенного пара – в зависимости от заданного уровня давления в водо-паровом

пространстве из термодинамических таблиц, описывающих свойства воды и водяного пара, или соответствующих интерполяционных зависимостей.

Эти величины могут быть определены при помощи следующего комплекса зависимостей:

$$Q_p = \xi \cdot \frac{CO}{100} \cdot \frac{V}{3600} \cdot \frac{1}{22.4} \cdot Q_M, \quad (1)$$

где  $Q_p$  – тепловыделение в реакторе синтеза метанола. Вт;

$\xi$  – доля расходования монооксида углерода в реакциях синтеза;

CO – процентное содержание монооксида углерода в синтез-газе, %

V – объемный расход синтез-газа, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_M$  – тепловой эффект образования метанола, Дж/кмоль;

$$G_{\text{пар}} = \frac{Q_p}{i_{\text{нп}} - i_{\text{пв}}}, \quad (2)$$

где  $G_{\text{пар}}$  – расход пара из сепаратора, кг/с;

$i_{\text{нп}}$ ,  $i_{\text{пв}}$  – энтальпия насыщенного пара на выходе из реактора и питательной воды соответственно, Дж/кг.

Энтальпия питательной воды выбирается в зависимости от ее давления и температуры, а насыщенного пара – в зависимости от заданного уровня давления в водо-паровом пространстве из термодинамических таблиц, описывающих свойства воды и водяного пара, или соответствующих интерполяционных зависимостей.

Давление в водо-паровом пространстве выбирается исходя из условия обеспечения заданной температуры кипения воды, что и определяет стабилизированное значение температуры в реакционном пространстве. Для определения максимально возможного выхода пара в качестве аргументов для зависимостей (1) и (2) используются максимально возможные по технологии расход синтез-газа и произведение содержания синтез газа на долю его усвоения в реакции. Для определения номинального значения этой величины аргументы устанавливаются на проектном уровне.

Для проектирования системы снабжения реакторов питательной водой должны быть определены номинальное и максимальное значения этой величины. Для каждого из характерных режимов работы реактора массовый расчетный расход питательной воды равен соответствующему расчетному выходу пара.

Диагностику протекания реакций и анализ истощения реакционной способности катализатора предложено вести на основании анализа величины расходования монооксида углерода в реакциях синтеза, рассчитанной в зависимости от текущего расхода питательной воды:

$$\xi = \frac{G_B \cdot (i_{\text{нп}} - i_{\text{пв}}) \cdot 100 \cdot 3600 \cdot 22,4}{CO \cdot V \cdot Q_M} \quad (3)$$

Наличие такой информации необходимо для принятия решения о приостановке процесса для замены или регенерации катализатора. Накопление этой информации и ее анализ совместно со статистикой изменения других важных производственных факторов позволяют углубить представления о процессе и подобрать условия, позволяющие расширить временные рамки использования катализаторов.

Создание предпосылок для рационального использования современного оборудования синтеза метанола повышает экологическую безопасность за счет сокращения объемов перерабатываемого исходного сырья, снижения объемов вредных выбросов в атмосферу и уменьшения площадей занимаемых соответствующими предприятиями.