

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПЕЧИ ДОЖИГА НА УСТАНОВКАХ КЛАУСА

Основным загрязняющим компонентом в дымовых газах печей дожига установок Клауса или Сульфрен является SO_2 , концентрация которого может на порядки превышать концентрации других веществ: NO_x , H_2S и CO . Поэтому обычно непрерывно измеряется только концентрация окислов серы, причем это измерение проводится «по влажному базису»: проба доставляется до анализатора при высокой температуре (выше точки росы), что исключает конденсацию паров воды. Это позволяет измерять «истинную» концентрацию окислов в дымовых газах, не искаженную системой пробоподготовки (при конденсации в ней заранее неизвестного, но значительного количества паров воды неизбежны также и потери SO_2).

Анализатор модели 920, предназначенный для подобного измерения SO_2 , может быть оснащен также дополнительными каналами измерения NO_x или H_2S . В качестве альтернативы можно установить отдельные анализаторы на каждый из этих компонентов, а также использовать анализатор CO , однако, такое решение представляется избыточным по следующим причинам.

Основной задачей печи дожига является окисление H_2S , паров серы и других серосодержащих соединений до SO_2 , что достигается с помощью сжигания указанных соединений вместе с газом. При этом работа печи оптимизируется таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить максимальную эффективность сгорания газа и, тем самым, снизить его расход, а с другой – иметь достаточное количество кислорода и температуру для полного окисления соединений серы. В результате кривая оптимизации имеет вид, приведенный на рис.1. Оптимальным условиям соответствует температура печи дожига $600\text{...}700^\circ\text{C}$ и избыток кислорода $2\text{...}4\%$.

Эти условия достаточно надежно контролируются датчиком кислорода, который стандартно устанавливается на трубах печи дожига.

В оптимальном режиме температура в печи поддерживается недостаточно высокой для образования окислов азота. Кроме того, сам хвостовой газ, дожигаемый в печи, содержит достаточно большое количество горючих компонентов, включая водород и CO . Это практически исключает образование заметного количества окислов азота даже при большом избытке кислорода. Реальное содержание NO_x в дымовых газах, как минимум, на порядок ниже концентрации SO_2 , так что измерение окислов азота при нормальной работе печи дожига проблематично даже при использовании лабораторных методов.

Окислы азота могли бы поступать из высокотемпературного реактора процесса Клауса, проходя через каталитические стадии. Это обычно происходит, если в высокотемпературной части сжигается аммиачная вода, поступающая с установки стабилизации нефти. Однако, такие процессы типичны для установок Клауса на НПЗ, и не встречаются на газоперерабатывающих предприятиях.

Для более надежной работы печи можно рекомендовать некоторое увеличение концентрации кислорода в дымовом газе по сравнению с оптимальным. В результате расход газа также возрастет, а температура несколько понизится. Это позволит обеспечить безопасную работу печи, исключая образование окислов азота и обеспечивая 100%-ное окисление соединений серы.

Таким образом, измерение концентрации кислорода в дымовом газе позволяет надежно контролировать процесс дожига, исключая возможность образования окислов азота. На основе этого можно констатировать, что непрерывное «параллельное» измерение NO_x является явно избыточным.

Что касается сероводорода H_2S , то компания Artvik готова поставить анализатор с таким каналом измерения. Необходимость этого измерения может быть обоснована тем, что:

- печь предназначена для окисления именно H_2S , поэтому повышение концентрации до 100...200 ppm по сравнению с обычными значениями порядка 20 ppm будет однозначно свидетельствовать о возникновении аварийной ситуации;
- ПДК для H_2S в 50 раз ниже, чем для SO_2 и других окислов, поэтому измерение содержания H_2S в дымовых газах даже на уровне ppm может оказаться вполне оправданным.

И, наконец, некоторые соображения по поводу измерения CO в дымовом газе. Окислы углерода образуются на разных стадиях процесса Клауса и в заметных количествах - до 0,3% - присутствуют в хвостовом газе, идущем на дожиг. Считается (и это подтверждается на практике), что количество CO, входящее в печь дожига с хвостовым газом, сохраняется. Т.е. концентрация CO - это скорее характеристика установки Клауса и постоянная величина, а не результат работы печи дожига.

Изменить концентрацию CO, не отклоняясь существенно от оптимального режима печи, практически невозможно. При оптимальном режиме температура печи недостаточна для эффективного сгорания CO. Увеличение концентрации кислорода приводит к дальнейшему понижению температуры. Таким образом, эффективность сгорания CO из-за большей концентрации кислорода не увеличивается, а расход газа возрастает. И наоборот, уменьшение концентрации кислорода с целью увеличения температуры печи для сгорания CO приводит, с одной стороны, к возможности образования окислов азота и SO_3 , а с другой - оставляет слишком мало кислорода для эффективного окисления соединений серы.

Исходя из этого, непрерывное измерение CO в дымовом газе печи дожига на установке Клауса не является необходимым. Это подтверждается и мировой практикой - обычно на таких печах измеряются два компонента: SO_2 и кислород.

Таким образом, предлагаемое решение на основе анализатора 920 с двумя каналами измерения (SO_2 и H_2S), и датчика кислорода типа Insitu, вполне адекватно задаче управления работой печи дожига. Это решение позволяет контролировать важнейшие параметры, характеризующие выбросы установки, и предотвратить возникновение аварийной ситуации.

Оптимизация работы печи дожига

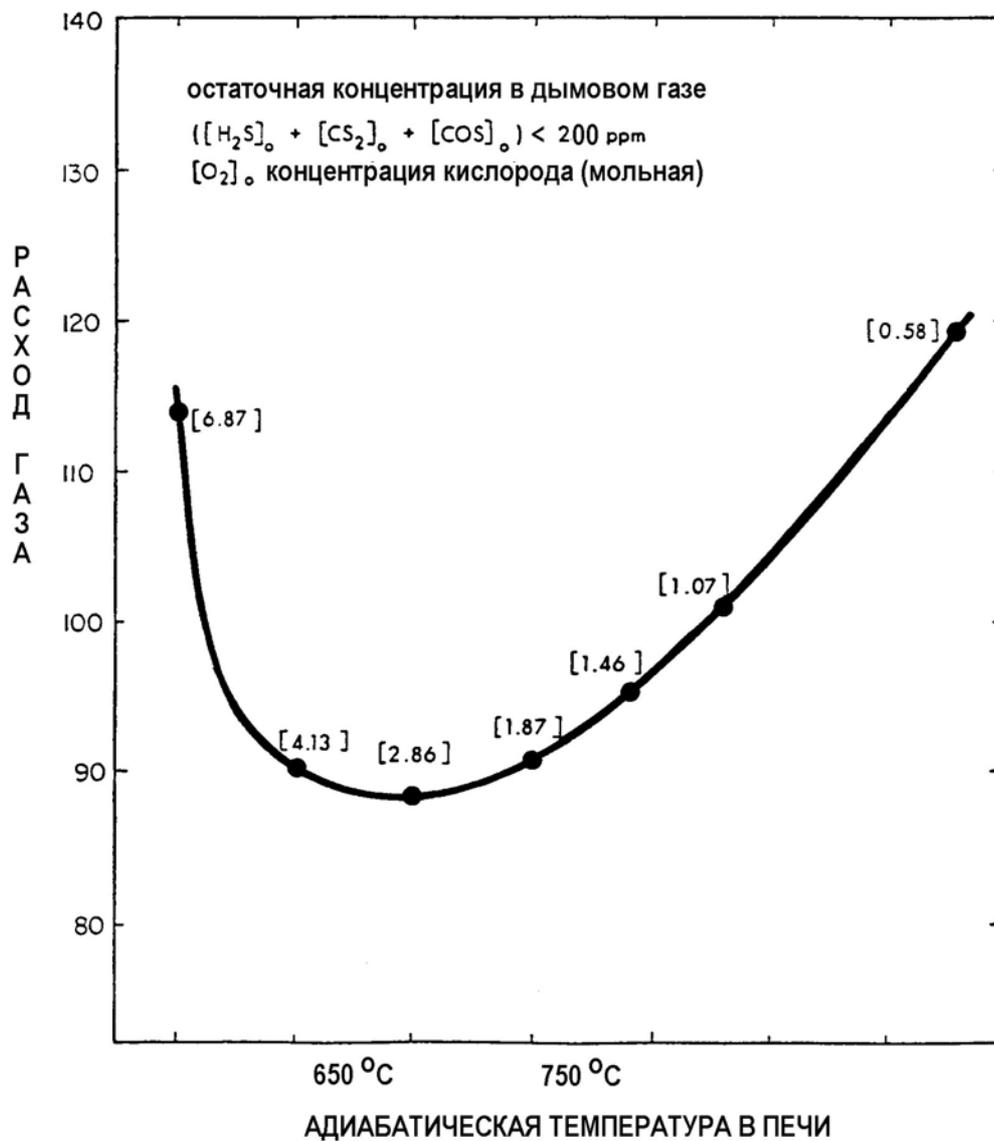


Рис. 1. Оптимизация работы печи дожига на установках Клауса.