

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО РЕАКТОРА ОАО «ГИПРОГАЗООЧИСТКА» С ПОДОГРЕВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СРЕДСТВАМИ ПК FLOWVISION

Тишин А.П., Кузнецов К.В., Маркова Т.В.
ООО «Тесис»

Авторы

Тишин Анатолий Петрович, ООО «ТЕСИС», tap@tesis.com.ru,
Кузнецов Константин Валерьевич, ООО «ТЕСИС»
Маркова Татьяна Валерьевна, ООО «ТЕСИС», markova@flowvision.ru;

Контактный человек – Аксенов Андрей Александрович, andrey@tesis.com.ru, телефон: (495) 612-44-22.

Установки производства серы (УПС) из технологического газа, получаемого при добыче и переработке нефти, широко распространены на разных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ). Как правило, в УПС присутствует термический подогреватель газа и каталитический реактор. Объединение этих двух аппаратов в один технологически оправдано и экономически целесообразно.

Целью работы являлась разработка новой конструкции УПС с подогревателем, объединенным с каталитическим реактором (рис.1). Необходимо было выполнить ряд работ:

- выбрать в качестве подогревателя горелочное устройство типа ГВБ и адаптировать его для сжигания сероводорода;
- выбрать рациональную конструкцию проточной части аппарата в зоне подачи технологического газа (ТГ) и его смешения с продуктами горения;
- проверку показателей работы выбранной конструкции аппарата на различных режимах.

При разработке новой конструкции УПС с подогревателем, объединенным с каталитическим реактором для моделирования процессов смешения и течения газов использовался программы комплекс FlowVision, что позволило существенно сократить время на разработку. Для вычислений использовался суперкомпьютер МГУ («Ломоносов») – это дало возможность проводить одновременный расчет большого количества вариантов для разных геометрий и режимов работы каталитического реактора (порядка сотни вариантов). Для расчета одного варианта FlowVision (1 млн. расчетных ячеек) использовалось 4-8 процессоров (2-4 узлов кластера).

В результате работы было выполнено следующее:

- моделирование рабочих процессов в горелке и форкамере при использовании природного газа позволило определить пределы работоспособности выбранной горелки типа ГВБ-25 по нагрузке. Они могут достигать диапазона (0,25...1,05) номинальной производительности реактора составляющей $7 \cdot 10^3$ нм^3 техн.газа/час. Результаты моделирование показали целесообразность проверки экспериментальной возможности расширить этот диапазон до (0,1...1,2) номинальной нагрузки реактора.
- определены минимальные доработки горелки ГВБ-25, необходимые для использования ее на реакторе ГГО, в частности, связанные с давлением в форкамере, превышающем атмосферное – $R_{ф.к}=1,5 \cdot 10^5$ Па
- для использования в качестве горючего сероводорода выбран прототип горелки – ГВБ-25 и определены необходимые изменения ее конструкции для использования в составе реактора ГГО. (рис.2, рис.3). Разработаны необходимые изменения исходной конструкции горелки, позволяющие ожидать ее пригодности при нагрузках реактора в диапазоне (0,25...1,05) номинальной производительности реактора. При этом в показателях рабочего процесса вблизи границ диапазона отсутствуют признаки возникновения нежелательных процессов при его расширении.
- проектная проработка конструкции проточной части термокаталитического реактора ОАО «Гипрогазоочистка».
- выбрана схема и параметры смесителя обеспечивающие высокое качество перемешивания горячих продуктов сгорания и технологического газа (ТГ) и равномерную скорость натекания подогретого ТГ на слой катализатора. При этом обеспечивается тепловая защита всех элементов конструкции потери давления от входа ТГ в реактор до катализатора не превышают 800 Па, а отклонение температуры ТГ от средней не превышает ± 3 °С. (рис. 4, рис.5)
- проверка работоспособности реактора при изменении расхода ТГ от 25% до 120% от номинального.

Рисунки:

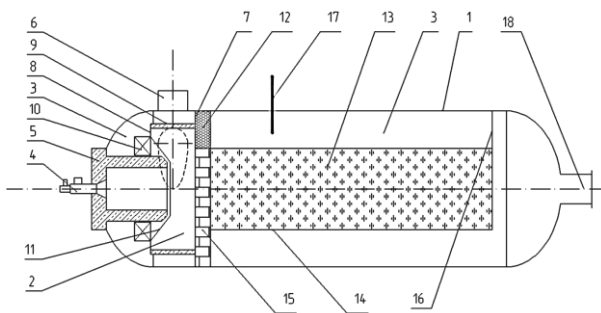


Рис.1. Установка производства серы (УПС). 1 - каталитический реактор; 2 - зона подогрева технологического газа; 3 - каталитическая зона; 4 - горелочное устройство; 5 - фор-камера; 6 - тангенциально расположенный штуцер; 7,8 - кольцевые заглушки; 9 - цилиндрическая вставка; 10 - кольцевой завихритель; 11 - конический конфузор; 12 - распределительное устройство; 13 - слой катализатора; 14 - опорная решетка; 15,16 - стенки; 17 - термоматчик; 18 - выходной штуцер.

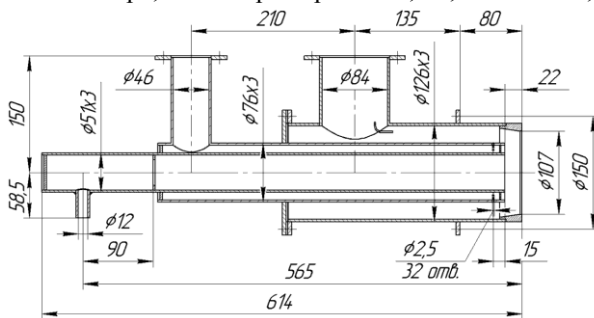


Рис.2. Эскиз горелки типа ГГВ, адаптированной для работы на сероводороде.

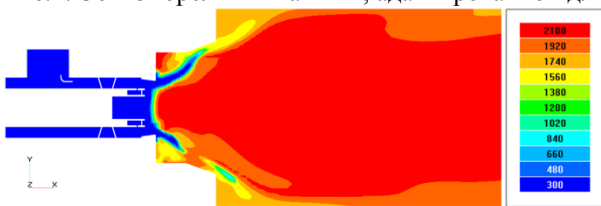


Рис.3. Распределение температуры [K] при сжигании сероводорода.

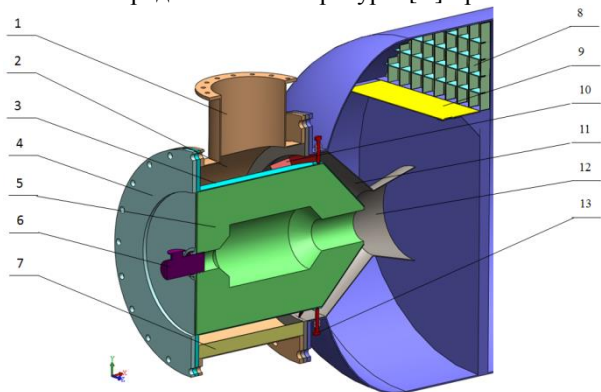


Рис.4. Принятый вариант конструкции проточной части реактора-подогревателя

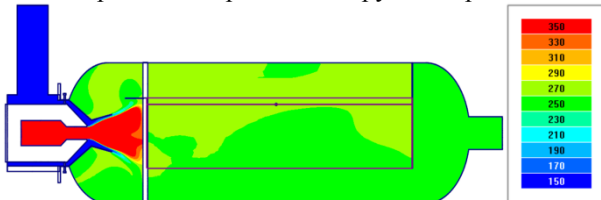


Рис.5. Распределение температуры [K] в зоне смесителя и в катализаторе.

Литература:

1. К.В. Кузнецов, Т.В. Маркова, А.П. Тишин. Разработка конструкции проточной части термокаталитического реактора ОАО «Гипрогазоочистка» с подогревом технологического газа на основе численного моделирования средствами ПК FlowVision // Инженерные системы -2014: Труды международного форума: Москва, 7-8 апреля 2014 г. - М.: МАКС Пресс, 2014. с. 26-35.