

М. А. Таймаров, Д. А. Ефремов

ЦИКЛОН ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Ключевые слова: Трубчатая камера, сопло, дроссель, диафрагма, регулирующий клапан, электродвигатель, патрубок, шток, байпас.

В данной статье рассматривается устройство для разделения смесей газов при добыче и переработке природного газа и нефти.

Keywords: Tube luggage, nozzle, throttle, aperture, control valve, electric motor, tube, rod, bypass.

This article discusses the device for separation of gas mixtures in the extraction and processing of natural gas and oil.

Введение

Изобретение относится к области конструкции устройств для разделения смесей газов при добыче и переработке природного газа и нефти. Изобретение может использоваться на заводах газоочистки и на предприятиях нефтехимии в высокопроизводительных технологиях разделения газовых смесей низкотемпературным методом применительно к производствам метанола, ацетилена, при утилизации газов, а также в процессах подготовки и переработки природного газа и попутного газа нефтесодержащих.

Известно устройство, содержащее трубчатую камеру, сопло, дроссель, диафрагму, входной патрубок, патрубки нагретого и охлажденного потоков с регулирующими клапанами.

Конструктивная часть циклона для разделения газовых смесей

Конструкция заявляемого устройства приведена на рис. 1-3, на которых позициями обозначены следующие элементы и узлы: 1-трубчатая камера, 2-сопло, 3-дроссель, 4-диафрагма, 5- регулирующий клапан, 6-электродвигатель с сервоприводом, 7-входной патрубок, 8-патрубок нагретого потока, 9-патрубок охлажденного потока, 10-шток дросселя, 11- компьютеризированный блок управления, 12-байпас, 13- корпус дросселя, 14-геликоидный канал, 15- выступ геликоидного канала, 16-направление вращения вихревого закрученного потока в геликоидном канале, 17-направлениезакрутки геликоидного канала, 18-направление основного вращения разделяемого потока на входе в трубчатую камеру.

Тонкими линиями показаны электрические функциональные связи между компьютеризированным блоком управления и электродвигателями с сервоприводами для управления положением запорных органов регулирующих клапанов 5.

Конструкция циклона для разделения газовых смесей приведено на рис 1.

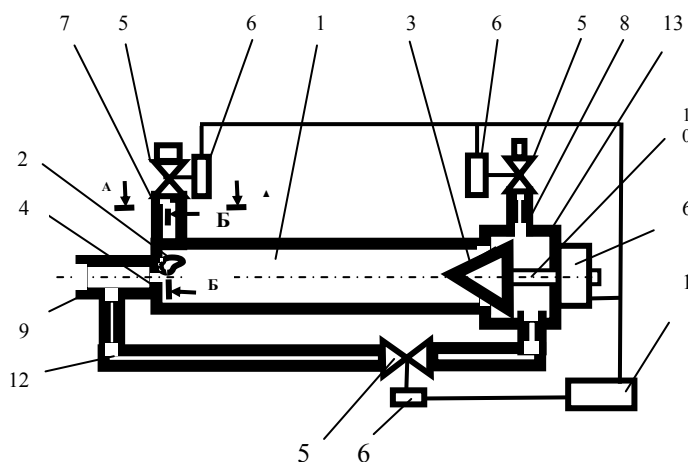


Рис. 1

На рис. 2 показано в увеличенном масштабе поперечное сечение спирального геликоидального канала, расположенного внутри входного патрубка 7, через который подается разделяемая смесь газов.

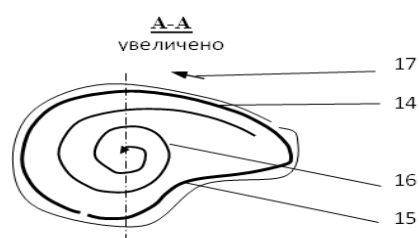


Рис. 2

На рис. 3 показано направление основного вращения разделяемого потока на входе в трубчатую камеру.

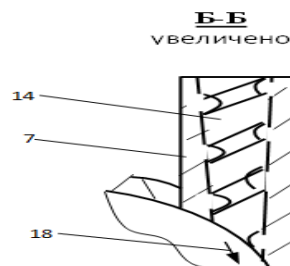


Рис. 3

Тонкими линиями показаны электрические функциональные связи между компьютеризованным блоком управления и электродвигателями с сервоприводами для управления положением запорных органов регулирующих клапанов 5.

Элементы и узлы агрегата обозначены

следующими позициями: Трубчатая камера 1 служит для формирования и обеспечения спирального движения разделяемых газовых потоков от сопла 2 к дросселю 3. На трубчатой камере 1 крепятся все остальные элементы устройства. Сопло 2 служит для подвода разделяемого потока газовой смеси в трубчатую камеру 1. Дроссель 3 служит для направления горячего однородного газового потока в сборную камеру (на рис.1-3 камера позицией не обозначена) и подачи этого потока в патрубок 8.

Диафрагма 4 обеспечивает отделение холодного потока газа с однородной плотностью и определенным химическим составом от закрученного потока после сопла 2. Регулирующие клапаны 5 служат для регулирования давления и дозирования расхода соответственно смеси газов через входной патрубок 7 и разделенных потоков газов через патрубки 8, 9 и байпас 12. С помощью регулирующих клапанов 5 по компьютерной программе от блока 11 регулируется в конечном итоге температура разделенных потоков с определенными концентрациями компонентов, проходящих через патрубки 8 и 9. По сравнению с известным устройством, применение регулирующих клапанов 5 с компьютеризованным управлением от блока 11 на патрубках 7,8,9, на штоке дросселя 10 и на байпасе 12 позволяет получать гарантированный в соответствии с технологией состав углеводородных газов с определенной температурой.

Электродвигатели 6 с сервоприводами, соединенные электрическими связями с компьютеризованным блоком управления 11, предназначены для управления положением запорных элементов в регулирующих клапанах 5 и положения дросселя 3 для регулирования площадей сечений для прохода газовых потоков.

Патрубки 7, 8, 9 соответственно предназначены для подвода разделяемой смеси газов и отвода разделенных по концентрации газовых потоков. Геликоидный канал 14 входного патрубка 7, предназначенного для подвода разделяемой смеси газов, конструктивно направлен по касательной к окружности цилиндрической поверхности трубчатой камеры 1.

Шток 10 дросселя служит для передачи от электродвигателя 6 с сервоприводом усилия для перемещения дросселя 3 с целью изменения проходного сечения для нагретого потока газа.

Компьютеризованный блок управления 11 вырабатывает и передает электрические сигналы на электродвигатели 6 с сервоприводами в соответствии с заложенной в него программой. Компьютеризованный блок управления 11 соединен электрической связью с внешним технологическим диспетчерским пультом

управления газоразделения и газоочистки.(на фиг. 1 внешний технологический пульт не показан).

Байпас 12 обеспечивает переток нагретого газа при регулировании состава, температуры и давления в поток охлажденного газа в соответствии с технологическим регламентом.

Корпус 13 дросселя предназначен для промежуточного сбора отделенного потока нагретого газа определенного состава и температуры.

Геликоидный канал 14 (см. рис. 2, 3), размещенный внутри входного патрубка 7, представляет собой в поперечном сечении геометрическую фигуру яйцевидной формы, которая называется геликоидом. Форма геликоида 14 имеет соотношение малой и большой осей 0,47...0,75. Часть профиля сбоку возле узкого конца имеет внутренний выступ 15, за счет которого происходит закручивание газового потока.

Сам геликоидный канал спирально закручен вокруг своей продольной оси в направлении 17, которое противоположно основной закрутке газового потока 18 за счет касательного входа сопла 2 в трубчатую камеру 1. Площадь поперечного сечения геликоидного канала постепенно уменьшается. За счет закрутки канала и уменьшения площади поперечного сечения скорость потока газа, по сравнению с известным устройством, резко возрастает. Величина закрутки геликоидального канала в диапазоне от 1,6 ... 3,2 оборота выбирается в зависимости от состава разделяемой газовой смеси. Закрутка выполняется для ускорения движения газа за счет вихревого эффекта.

Сужение площади поперечного сечения геликоидного канала 14 составляет 25...40 % по отношению к первоначальной площади.

Заявляемое устройство работает следующим образом.

Через регулирующий клапан 5 во входной патрубок 7 подается разделяемая газовая смесь. За счет спиральной закрутки 17 геликоидного канала 14 и выступа 15 создается первичное вихреобразное движение разделяемого потока газовой смеси в направлении 16. За счет вихреобразного движения и сужения канала скорость разделяемого потока газовой смеси, по сравнению с известным устройством, резко возрастает. Двигаясь из сопла 2 по касательной в трубчатую камеру 1 высокоскоростной поток вторично завихряется в направлении 18 и приобретает большую кинетическую энергию. Разделяемая газовая смесь в первичном и вторичном вихревых потоках перемещается с различными угловыми скоростями. По сравнению с известным устройством, наличие первичного вращательного вихря в геликоидном канале увеличивается градиент перепада скоростей в заявляемом устройстве и способствует разделению смеси при более низком давлении во входном патрубке 7, то есть разделение происходит при меньших энергетических затратах, связанных с созданием давления. У оси трубчатой камеры 1 скорость вращения вторичного вихря больше, чем на периферии. Поэтому внутренние слои газовой смеси, отдавшие кинетическую энергию внешним

слоям, охлаждены до температуры $t_{\text{х}}$. При этом происходит компонентное разделение первоначальной смеси газов на охлажденные и нагретые потоки газов, основанное на различной теплоемкости этих компонентов, из которых одни скапливаются в центре по оси трубчатой камеры и направляются за счет отражающего центрального конуса дросселя 3 к центральному отверстию диафрагмы 4. Газовые компоненты с другим коэффициентом теплоемкости скапливаются в периферийной части дросселя 3 и образуют нагретый до температуры $t_{\text{г}}$ поток с определенного химического состава, который отличается от компонентного состава газового потока, отводимого через отверстие диафрагмы 4. Нагретый газовый поток определенного химического состава отводится через кольцевой зазор между дросселем 3 и внутренней цилиндрической поверхностью трубчатой камеры 1 в промежуточную камеру внутри корпуса 13 дросселя. Промежуточная камера (на фиг. 1 позицией не обозначена) внутри корпуса 13 дросселя выполняет роль ресивера, в котором накапливаются газовые компоненты с более высокой температурой по сравнению с газовыми компонентами, накапливающимися после диафрагмы 4. При необходимости оперативного изменения температуры или состава охлажденного или нагретого потоков по компьютерной программе от блока управления 11 подается электрический сигнал на электродвигатели 6 с сервоприводами для изменения величины открытия регулирующих клапанов 5, установленных на патрубках 7,8,9, на байпасе 12 и дросселя 3. По сравнению с известным устройством, наличие первичного вращательного вихревого движения разделяемой газовой смеси в геликоидном канале в совокупности с возможностью регулирования степени открытия клапанов 5 позволяет получить два потока газов, разделенных между собой по химическому составу в достаточно широком температурном диапазоне. Для известного устройства возможным является получение газовых потоков определенного

химического состава только для фиксированных температур.

Устройство для разделения газовых смесей, содержащее трубчатую камеру, сопло, дроссель, диафрагму, входной патрубок, патрубки нагретого и охлажденного потоков с регулирующими клапанами, отличающееся тем, что подающий канал во входном патрубке выполнен в поперечном сечении сужающимся на 25...40 % по отношению к первоначальной площади поперечного сечения и в форме геликоида с соотношением малой и большой осей 0,47...0,75 и с внутренним выступом сбоку возле узкого конца и спирально закручен на 1,6 ... 3,2 оборота с направлением закрутки, противоположным направлению основной закрутки газового потока в трубчатой камере, имеется байпас с регулирующим клапаном с электродвигателем с сервоприводом, имеется компьютеризированный блок управления, соединенный электрическими связями с электродвигателями с сервоприводами регулирующих клапанов входного патрубка, патрубков нагретого и охлажденного потоков, байпаса и также соединенный с электродвигателем с сервопривода для перемещения дросселя, а управление химическим составом и значением температуры разделенных газовых потоков осуществляется по компьютерной программе путем открытия регулирующих клапанов входного патрубка, патрубков нагретого и охлажденного потоков, байпаса и путем перемещения дросселя при помощи электродвигателей с сервоприводами.

Литература

1. Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин, А.Р. Хисамеева, *Вестник Казанского технологического университета*. 19, 211–213 (2011).
2. Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, З.Г. Саттарова, Т.Х. Галеев, *Вестник Казанского технологического университета*, 11, 205-207 (2012).
3. Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.Р. Хисамеева, Д.А. Ахметова *Вестник Казанского Технологического университета*, 17, 195–199 (2012).

© М. А. Таймаров – д-р. техн. наук. профессор каф. ПДМ, КНИТУ; Д. А. Ефремов – студент каф. КУПГ, КГЭУ; dmitrij_efremov_1992@mail.com.

© M. A Taymarov – Dr. tehn. Sciences. Professor Department VSD, KNRTU; D. A. Efremov - student Department KUPG, KSPEU; dmitrij_efremov_1992@mail.com.