

Ожидаемый экономический эффект от внедрения этой установки в производстве аммиака составит 97 тыс. руб. в год.

Л и т е р а т у р а

И. Комарова Г.А., Лейтес И.Л. и др. Способ выделения аммиака из продувочных газов синтеза. - Химическая промышленность, 1975, № 4, с. 37.

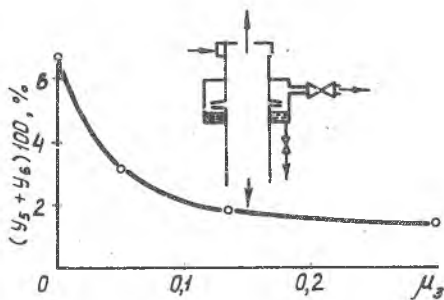
УДК 621.593

А.Н.Чернов, Е.М.Брещенко,
Г.Н.Бобровников

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПОНЕНТНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ

При работе ВТ на углеводородной газовой смеси горячий поток обогащается ее тяжелыми компонентами, конденсирующимися в сопле. Испарение конденсата в горячем потоке приводит к увеличению концентрации тяжелых компонентов в газовой фазе и, следовательно, снижению эффективности очистки газа от них. Целесообразность вывода конденсата от его испарений показана в работе [1]. При этом конденсат выводится с частью пристеночного газа ВТ. В настоящем исследовании рассматривается влияние расхода этого газа на состав горячего потока и некоторые вопросы расчета состава газовой фазы горячего потока.

Исследование проводили на ВТ, конструкция которой показана на рис. 1. Диаметр трубы 0,15 м, длина 3 м, длина изогradientного сопла 0,1 м (градиент температуры по длине $4,3 \cdot 10^2$ град/м), критическое сечение сопла 0,021x0,042 м. Для вывода конденсата и газа предусмотрен осерадиальный диффузор, расположенный на расстоянии одного диаметра от соплового сечения. Отделение жидкости от газа производится в конденсатосборнике. Исходный газовый поток, не содержащий жидкости, имел давление 3,6 МПа, температуру 303К, холодный поток—давление 0,45 МПа. Массовая доля расхода холодного пото-



Р и с. 1. Суммарное содержание пентана и гексана в горячем потоке $(y_5 + y_6) \cdot 100$ при различных массовых долях газа μ_3 , выводимого через осерадиальный диффузор

лях газа, выводимого через осерадиальный диффузор μ_3 , показано на рис. 1. Увеличение μ_3 снижает $(y_5 + y_6) \cdot 100$, так как увеличивается количество конденсата, выводимого из ВТ до испарения его в горячем потоке. Особенно интенсивное снижение содержания пентана и гексана происходит при росте μ_3 от 0 до 0,1.

Методика расчета углеводородного состава газа горячего потока основана на следующих допущениях:

1. Число молей i -го компонента смеси в горячем потоке равно $m_i' e_i' + m_i'' e_i''$, где коэффициенты e_i' и e_i'' показывают мольную долю i -го компонента газовой и жидкой фаз, образовавшихся в сопле ВТ и попавших в горячий поток. Другая часть жидкости выводится из ВТ через осерадиальный диффузор.

2. $0 \leq e_i'' \leq 1$, при $e_i'' = 0$ содержание данного компонента в горячем потоке минимально, а при $e_i'' = 1$ максимально.

3. $e_i' = 1 - \mu_x - \mu_3$.

4. Процесс конденсации в сопле ВТ проходит термодинамически равновесно. Последнее допущение является основным. Для проверки его проводили сравнение расчетных характеристик течения с конденсацией с экспериментами [2]. В этой работе определялись распределение статического давления по длине изоградиентного сопла Лаваля, геометрические характеристики которого показаны на рис. 2, и визуально место начала конденсации с помощью рассеивания луча лазера

ка μ_3 изменялась в пределах 0,82-0,6. Состав газа горячего потока анализировался на хроматографе ЛХМ-8.

Опыты показали, что конденсат в горячем потоке полностью испаряется. При изменении расхода газа, выводимого через осерадиальный диффузор, в газе горячего потока значительно изменяется содержание пентана y_5 и гексана y_6 . Суммарное их содержание в горячем потоке $(y_5 + y_6) \cdot 100$ при различных массовых до-

ЛГ-56. Расчет проводили по уравнениям, представляющим собой уравнения течения одномерного двухфазного потока, где в качестве уравнения состояния использовали уравнение состояния Редлиха-Квонга для многокомпонентных реальных газовых смесей.

На рис. 2 показаны результаты расчета давления P_s , при которых начинается конденсация, и значения P_s из экспериментов [2] при различных давлениях на входе в сопло P_0 . Как видно, существенного перенасыщения при такой длине сопла не наблюдается, что указывает на обоснованность последнего допущения для сопел, имеющих градиент температуры по длине менее, чем $13 \cdot 10^2$ град/м [2].

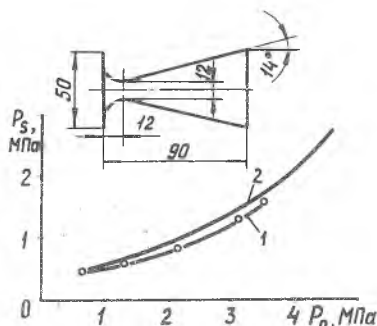
Состав горячего потока рассчитывали следующим образом. Определяли количество и составы газовой и жидкой фаз на выходе из сопла, для чего вышеописанную систему уравнений решали при заданном давлении в критическом сечении сопла. Далее определяли состав горячего потока. Для i -го компонента смеси

$$y_i = \frac{m_i' e_i' + m_i'' e_i''}{\sum_{i=1}^n (m_i' e_i' + m_i'' e_i'')} ;$$

$$m_i' = M_0 (1-L) y_i' ; m_i'' = M_0 L y_i'' ,$$

где M_0 - мольный расход исходного потока.

Расчет при условиях эксперимента, проведенного на вихревой трубе, и значениях $e_i'' = 0$ и $e_i' = 1$ дал суммарное содержание пентана и гексана соответственно 7,56 и 1,11%. Значения, полученные экспериментально, находятся в пределах этих величин, причем результаты расчета при $e_i'' = 1$ и $\mu_3 = 0$ сопоставимы, что указывает на низкую эффективность сепарации конденсата, а при росте μ_3 экспериментальные значения асимптотически приближаются к предельно низкой концентрации пентана и гексана, полученной расчетно при $e_i'' = 0$. Таким образом, можно получить состав газовой фазы горячего потока, близкий к составу газовой фазы в критическом сечении сопла.



Р и с. 2. Давление P_s при различных давлениях перед соплом P_0 : 1 - эксперимент; 2 - расчет

Л и т е р а т у р а

1. Жидков М.А., Лейтес И.Л., Тагинцев Б.Г., Атаманов Б.В. Очистка природного газа от сернистых соединений низкотемпературной абсорбцией конденсирующихся углеводородов. - Газовая промышленность, 1974, № 6, с. 43.
2. Муронов Е.А. Исследование процесса конденсации в природном газе при течении через расширительные устройства с большими скоростями. - Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Краснодарский политехнический институт, 1972, 152 с.

УДК 621.532.527

К.Б.Немира, А.В.Мартынов

ИСПЫТАНИЕ ВИХРЕВОГО СЕПАРАТОРА

Обработка природного газа на промыслах осуществляется в установках низкотемпературной сепарации (НТС) и заключается в извлечении воды и углеводородов, которые могут сконденсироваться в рабочих условиях газопроводов.

Для выделения газоконденсата используют процесс охлаждения природного газа при его дросселировании, процессы сепарации сконденсировавшейся жидкости в низкотемпературном сепараторе и рекуперативного теплообмена между входящим в установку теплым и выходящим холодным газами.

Для низкотемпературной сепарации природного газа был разработан вихревой сепаратор (рис. 1), который предназначен для замены в промысловых установках НТС дросселирующего устройства и низкотемпературного сепаратора. Разработанная конструкция вихревого сепаратора (ВС) имела целью обеспечить эффективную сепарацию жидкости при скоростях, превышающих срывные явления капель с поверхности пленки.

Вихревой сепаратор объединяет в одном аппарате три процесса: адиабатное расширение газа в завихрителе с частичной конденсацией паров углеводородов;