

## 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

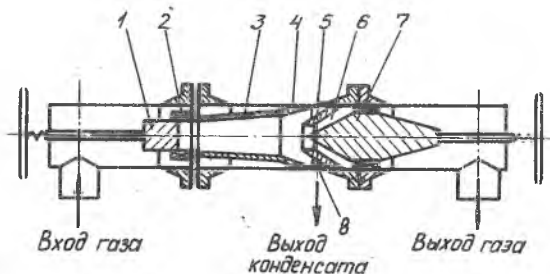
### ИСПЫТАНИЕ ВИХРЕВОГО СЕПАРАТОРА

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;



Р и с. 1. Вихревой сепаратор

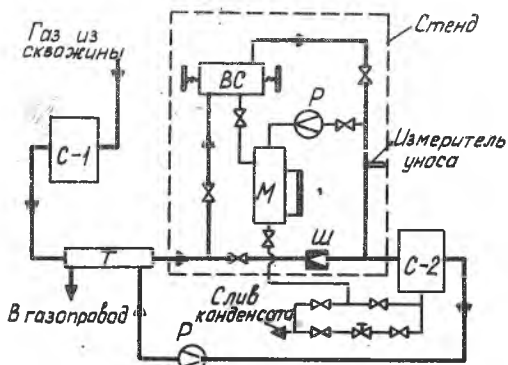
турбулентную коагуляцию капель в высокоскоростном диффузорном потоке;

центробежную сепарацию конденсирующейся и подаваемой на вход жидкости.

Особенность конструкции аппарата состоит в наличии вихревой диффузорной сепарационной камеры 3, периферийной конической ловушки жидкости 4 и конического подсекателя 5. Аппарат имеет регулируемый тангенциальный завихритель 2 с подвижным поршнем 1, конический диффузор 6 с регулирующим конусом 7 и раскручивающими лопатками, тангенциальный штуцер выхода жидкости 8.

Высокий уровень тангенциальных скоростей газа в начале сепарационной камеры и ее диффузорная форма способствуют интенсивной коагуляции и сепарации капель. Постепенное снижение скоростей по длине аппарата благоприятствует отводу пленки жидкости, которая увеличивает свою толщину по длине камеры. Кольцевая ловушка жидкости имеет коническую форму с постепенно уменьшающейся площадью проходного сечения, благодаря чему часть газа, попадающая в ловушку, постепенно разворачивается и выходит из нее. Другая часть газа отводится из ловушки вместе с жидкостью в сборную емкость, а после нее вновь соединяется с основным потоком газа на выходе из аппарата. Выходящий из сепарационной камеры основной поток газа поступает в диффузор для преобразования части кинетической энергии в энергию давления. Штуцер выхода жидкости выполнен тангенциальным для уменьшения пенообразования уловленной жидкости.

Для проверки работоспособности ВС в промышленных условиях изготовлен опытный стенд, который установлен на Крестищенском газоконденсатном месторождении. Стенд подключен на байпасе дрос-



Р и с. 2. Схема обвязки стенда в установке НТС

Газом отсоса подается в мерную емкость  $M$ , в верхней части которой размещен циклонный сепаратор. В мерной емкости жидкая фаза отделяется от газа отсоса и замеряется ее количество. Газ отсоса, составляющий в опытах 4–9% от общего расхода газа, после замера его количества подается в линию выхода газа из ВС.

ВС представляет собой разборную конструкцию, позволяющую исследовать различные варианты аппарата. Начальный диаметр сепарационной камеры равен 66 мм, длина 260 мм.

Оценка эффективности сепарации проводилась замером уноса жидкости из ВС с помощью измерителя уноса и замером количества уловленной жидкости в мерной емкости.

Рабочие параметры при испытаниях были обусловлены технологическими возможностями промысла: давление газа на входе в ВС 8,5–7,0 МПа, степень расширения газа  $P_{\text{вых}}/P_{\text{вх}} = 0,715\text{--}0,84$ , расходы газа 238000–576000  $\text{м}^3/\text{сутки}$  и температуры газа на выходе из ВС 261,6–270,6К.

Результаты опытов показали, что в широком диапазоне расходов газа в периферийную ловушку отводилось 93–96% от общего количества конденсата, выделенного в ВС. Пропускная способность по сравнению с другими типами сепараторов была значительно выше. Это означает, что при одинаковых производительностях ВС имеет наименьшие геометрические размеры и металлоемкость аппарата.

Условные скорости газа в ВС при эффективности сепарации 95 –

сельной шайбы установки НТС после теплообменника перед жалюзийным сепаратором (рис. 2).

Опытный стенд включает в себя вихревой сепаратор ВС, мерную тарированную емкость  $M$ , дроссельную шайбу Ш, диафрагменный расходомер газа отсоса  $P$ , приборы КИП и запорную арматуру.

Уловленный в ВС газоконденсат вместе с

96% (через периферийную ловушку) больше, чем в сепараторах жалюзийных, с сетчатыми отбойниками, с центробежными патрубками и в циклонных, соответственно, в 150, 60, 25 и 3 раза.

Анализ опытных данных показывает, что при условных скоростях газа в ВС около 4 м/с, характерных для центробежных сепараторов при давлении около 6,0 МПа, возможно достижение в вихревом сепараторе эффективности сепарации, равной 99%, при этом достоинство его как малогабаритного аппарата сохраняется.

УДК 532.527

С.В.Иванов, А.Р.Брянский

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИХРЕВЫХ ТРУБ,  
РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ

В последнее время появился ряд ВТ, работающих на газожи-дкостных смесях (вихревые сепараторы, ректификаторы). При проектировании таких аппаратов большое значение имеет расчет площади соплового ввода, поскольку она определяет и другие геометрические характеристики [1]. Однако определение расходных характеристик сопел для двухфазных сред сопряжено с значительными трудностями, так как коэффициент истечения для газожи-дкостной смеси, кроме прочих факторов, зависит от начальной степени влажности.

Следуя модели гомогенной среды, в предположении изэнтропийного процесса, расход массы определяется известным соотношением [2]

$$M = VF \sqrt{\frac{\rho_0}{\gamma_0}}, \quad (1)$$

где  $M$  - секундная масса смеси, кг/с;  $F$  - площадь выходного сечения сопла, м<sup>2</sup>;  $\rho_0, \gamma_0$  - давление и удельный объем смеси, н/м<sup>2</sup> и м<sup>3</sup>/кг;  $V$  - действительный коэффициент истечения.

Коэффициент истечения  $V$  определяется экспериментально. Его значения известны для случая истечения влажного пара при начальной степени влажности до 30% [2]. Однако эти данные не мо-