

для очистки отработанных газов различных крупнотоннажных производств; для получения киповского воздуха, питающего приборы и пневмоинструменты в различных отраслях промышленности. Применительно к производствам нефтехимии разработана конструкция многотрубного аппарата тонкой очистки газов от конденсирующихся компонентов.

В промышленных условиях испытан опытный образец аппарата для получения киповского воздуха 0-2 класса загрязненности.

Наиболее перспективным является использование аппарата в полевых условиях эксплуатации как для очистки газов от конденсирующихся углеводородов, так и для получения киповского воздуха для питания приборов. На разработанной установке возможно получение и более низких, чем приведено выше, температур точки росы за счет циркуляции в пусковой период потоков воздуха.

Перспективность использования разработанной конструкции определяется и ее малой габаритностью по сравнению с разработанными ранее образцами вихревых кожухотрубчатых теплообменников вертикального типа.

Л и т е р а т у р а

1. Амиров Я.С., Варфоломеев Д.Ф., Мухутдинов Р.Х., Тищенко В.Е. Рациональное использование вторичных ресурсов нефтехимии и охрана окружающей среды. - Уфа: Башкирское книжное издательство, 1979, с. II4.

2. Мухутдинов Р.Х., Артамонов Н.А. Исследование влияния некоторых характеристик винтовых закручивающих устройств на работу вихревой трубы. Статья в ВИНТИ, рег. № 996-77. деп. с. II.

3. А.С. 9534I9 (СССР). Вихревой вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. / Р.Х.Мухутдинов, Н.А.Артамонов, В.Б.Нестеренко, Р.С. Гайнутдинов. Опубл. в Б.И. № 3I, 1982.

УДК 66.074.34:532

И.Л.Лейтес, М.А.Жидков, Г.А.Комарова, В.А.Половинкин

ОЧИСТКА ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ ВЫСШИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХПОТОЧНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Очистку природного газа от жидких углеводородов можно обеспечить с помощью трехпоточной ВТ [I]. Промышленная установка очистки природного газа от высших углеводородов производительностью 5000 м³/ч применена на агрегате производства аммиака азотнотукового завода. Установка включает только трехпоточную ВТ, которая используется как сепаратор сконденсированных углеводородов. Принципиальное отличие трехпоточной ВТ от обычной противоточной заключается в возможности отбора

жидких углеводородов в непосредственной близости у сопла. Это позволяет практически полностью предотвратить испарение жидких углеводородов в горячем конце ВГ.

Природный газ с давлением 0,66 МПа и температурой 293 К, пройдя регулирующий клапан, поступает в ВГ (рис. 1). Здесь он расширяется до давления 0,16 МПа и разделяется на холодный и горячий потоки. Конденсат, поступивший в ВГ с исходным газом, а также выделившийся в процессе расширения и охлаждения газа внутри трубы, отбрасывается центробежными силами на периферию и стекает в конденсатосборник, расположенный на трубе горячего потока. Из конденсатосборника конденсат периодически сбрасывается в емкость, откуда идет на утилизацию.

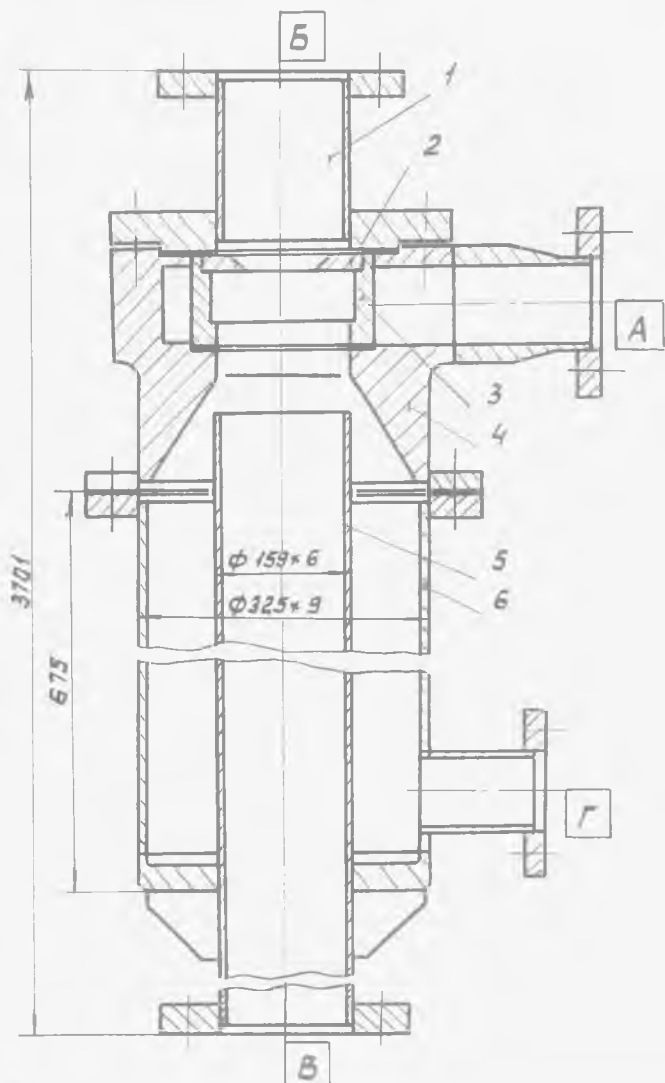
ВГ имела следующие конструктивные размеры (мм): внутренний диаметр - 147, длина трубы холодного потока - 350, длина трубы горячего потока - 2940, диаметр диафрагмы - 85, ширина прямоугольного седла - 40, высота сопла - 20.

На рис. 2 представлены температурные характеристики ВГ. Как видно из графика, максимальное охлаждение газа было получено при $M = 0,3-0,4$ и составило $\Delta T_{\text{макс}} = 25$ К. Ранее [4, 5] было показано, что увеличение диаметра ВГ приводит к росту температурной эффективности. Однако сравнение температурных характеристик ВГ диаметром 147 и 70 мм [3], работающих на природном газе, в сопоставимых условиях показало уменьшение эффекта температурного разделения газа в ВГ с увеличением диаметра трубы.

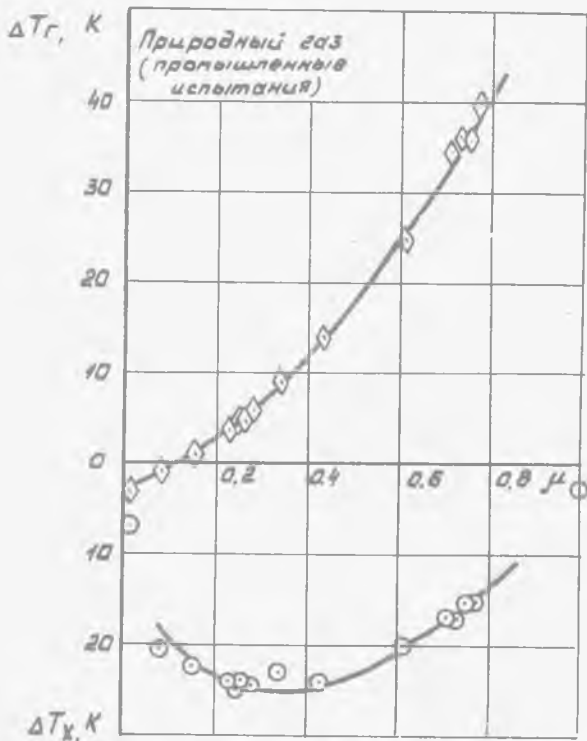
Следовательно, увеличение масштаба ВГ приводит к повышению температурной эффективности только до определенного диаметра, т.е. существует оптимальный диаметр ВГ.

Работа промышленной ВГ изучена на природном газе, не содержащем жидкие углеводороды. Однако результаты хроматографического анализа потоков ВГ (таблица) представляют определенный интерес. Наблюдается очистка холодного потока от тяжелых углеводородов. Степень очистки по пентану составляет в режиме № 1 $\varphi = 48\%$, в режиме № 2 соответственно $\varphi = 31\%$. В горячем потоке также зафиксировано снижение концентрации тяжелых углеводородов по сравнению с исходным газом.

Расчет равновесной концентрации углеводородов по методу Де-Пристера [2] для термодинамических условий холодного потока показал, что при достигнутой температуре не должна происходить конденсация компонентов. Следовательно, жидкая фаза появляется в сопле ВГ вследствие низкой термодинамической температуры. Образовавшиеся капли конденсата сепарируются и попадают в третий поток. Поэтому и не наблюдается, как в обычной цилиндрической ВГ, обогащения горячего потока тяжелыми углеводородами.



Р и с. 1. Трехпоточная вихревая труба промышленной установки очистки природного газа от конденсата: 1 - труба холодного потока; 2 - диафрагма; 3 - диффузор; 4 - корпус; 5 - труба горячего потока; 6 - конденсатосборник; А - вход газа; Б - выход холодного потока; В - выход горячего потока; Г - выход конденсата



Р и с. 2. Зависимость ΔT_x и ΔT_g от μ при $\varepsilon = 4$ и $P_{Bx} = 0,66$ МПа

Т а б л и ц а
Концентрация компонентов по потокам промышленной установки
очистки природного газа от конденсата (% об.)

Компоненты	Режим № 1			Режим № 2		
	$P_{Bx} = 0,66$ МПа, $\varepsilon = 4,0$ $T_x = 273$ К, $\mu = 0,18$			$P_{Bx} = 0,66$ МПа, $\varepsilon = 4,0$ $\varepsilon = P_{Bx}/P_x$, $T_x = 269$ К, $\mu = 0,33$		
	Вход в ВТ	Хол.по- ток	Гор.по- ток	Вход в ВТ	Хол.по- ток	Гор.по- ток
I	2	3	4	5	6	7
Метан	91,90	93,50	92,00	90,500	90,600	90,00
Этан	4,200	3,380	3,820	4,810	4,900	4,910
Пропан	1,200	1,000	1,440	1,550	1,630	1,770
Изобутан	0,290	0,212	0,292	0,318	0,328	0,340

1	2	3	4	5	6	7
Бутан	0,500	0,330	0,476	0,510	0,491	0,590
Изопентан	0,190	0,086	0,154	0,181	0,154	0,167
Пентан	0,130	0,067	0,123	0,149	0,103	0,149
Неуглеводородные (N_2 , CO_2 , $O_2 + Ar$)	1,59	1,425	1,695	1,982	1,794	2,074

Л и т е р а т у р а

1. Жидков М.А., Лейтес И.Л., Тагянцев Б.Г., Атаманова В.В. Очистка природного газа от сернистых соединений низкотемпературной абсорбцией конденсирующимися углеводородами. - Газовая промышленность, 1974, № 6, с. 43-46.

2. Жидков М.А., Лейтес И.Л., Комарова Г.А., Шилкина М.П., Корабельникова И.М. Расчет процесса низкотемпературной очистки природного газа от сернистых соединений по методу Де-Прюстера. - Труды ГИАП, 1979, вып. 55, с. 110-118.

3. Лейтес И.Л., Семенов В.П., Половинкин В.А. и др. Очистка природного газа с помощью вихревого эффекта. - Химическая промышленность, 1970, № 5, с. 25-30.

4. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. - М.: Машиностроение, 1969. - 183 с.

5. Мартыновский В.С., Алексеев В.П. Исследование эффекта вихревого температурного разделения газов и паров. - ЖТФ, 1956, т. 26, вып. 10, с. 2303-2315.

УДК 621.51.047

В.И.Миндрин, Р.М.Лапшин, Н.И.Прохоров

ВОЗДУХОСУШИТЕЛЬ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Паротурбинные установки и другое энергетическое оборудование на тепловых и атомных электростанциях в период длительных остановок, связанных, например, с их ремонтом, подвергаются воздействию стояночной коррозии.

Наиболее дешевой и доступной является консервация продуванием оборудования сжатым воздухом. Известный способ осушки воздуха с помощью адсорбентов дорог и недостаточно надежен, так как поглощательные спо-