

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

на изготовление установки стабилизации
природного газа (деэтанализатор)

Техническое предложение

1. Принципиальное решение

Сложность целевой задачи стабилизации природного газа для последующей транспортировки с учетом сезонности состава сырья (зима – лето) определяется необходимостью обеспечить два возможных режима выделения продукта, с полным или частичным удалением фракции этана.

Поскольку этан является макрокомпонентом, вторым по содержанию в потоках после метана (в среднем 8-20 мол.% при содержании метана 40-90 мол.%), режимы, которые предусматривают распределение этана в куб в виде жидкости или в верх в виде пара, очень сильно отличаются между собой по потокам жидкости и пара вдоль колонного аппарата. Для разных режимов на отдельных теоретических ступенях разделения массовое соотношение жидкость – пар варьируется от 5:95 до 2.6:1, а объемное от 0.2:99.8 до 9.4:90.6. Гипотетические контактные ступени верхней части колонны содержат очень много пара по сравнению с жидкостью (плотность орошения составляет порядка 3-5 м³/м²·ч при значении F-фактора 2-4), в то время как для зоны низа колонны ситуация обратная – при значениях F-фактора порядка 0.5 плотность орошения может достигать 200 м³/м²·ч и выше. Задача усложняется переменным составом и мощностью сырья в зависимости от сезона, а также необходимостью обеспечить устойчивость работы оборудования в диапазоне от 60 до 100 % нагрузки по сырью.

В рамках применения традиционных контактных устройств (тарелок и насыпных либо регулярных пленочных насадок) эти режимы потребовали бы существенного изменения диаметра контактных слоев по секциям, причем секции верха могли бы иметь диаметр в 3-5 раз больше, чем нижние. Помимо общего факта нерациональной архитектуры колонны, расчетное соотношение потоков в зоне низа колонны сильно меняется даже по-тарелочно; по сути, для обеспечения приемлемых условий каждая тарелка должна иметь свой собственный отличный от соседних диаметр. По нашему мнению, сомнительной представляется даже сама принципиальная возможность такого решения.

Для решения данной задачи компания предлагает сконструировать и произвести аппарат с пакетно-вихревой насадкой ПВН в качестве контактного устройства (см. Рис. 1).

Аппарат организован в виде трех секций. Верхняя и средняя секции заполнены пакетно-вихревой насадкой ПВН. Особенностью данного инновационного контактного устройства является тот факт, что ее диапазон стабильной работы по газу без захлебывания существенно больше по сравнению с традиционными устройствами, и сдвинут в сторону больших значений ($F = 2-5$ по сравнению с 0.2-1.0). Поэтому все требуемые режимы работы по верху колонны попадают в диапазон ее устойчивой работы. Секция организована в виде двух слоев равной высоты; каждый из них для достижения максимальной эффективности работы насадки снабжается коллекторными и распределительными устройствами. Верхний слой также снабжается каплеотбойной сеткой.

В нижней секции колонны общее количество вещества уменьшается, и соотношение жидкость – пар смещается в сторону значений, приемлемых для обычных тарельчатых контактных устройств. Нами предлагается заполнить эту секцию однопоточными колпачковыми тарелками.

Размеры слоев и режимы работы колонны, используемые в зависимости от параметров питания (см. п. 2. Техническое задание), приведены в п. 3. Расчетные параметры работы деэтанатора.

2. Техническое задание

Параметры потоков газа, подлежащего стабилизации, в зависимости от сезона, приведены в Табл. 1.

Целевые значения потоков после стабилизации приведены в Табл. 2.

Таблица 2.

Потоки газа после стабилизации

Сезон Задача	Лето		Зима	
	Полное удаление этана	Частичное удаление этана	Полное удаление этана	Частичное удаление этана
Мольная доля метана в кубе, не более %	Не норм.	0.4	Не норм.	0.2
Мольная доля этана в верхе, не более %	Не норм.	4.1	Не норм.	2.8
Мольная доля этана в кубе, не более %	4.5	Не норм.	4.4	Не норм.
Мольная доля пропана в верхе, не более %	0.63	Не норм.	0.24	Не норм.

Требуемая гибкость по расходам и тепловой нагрузке от 60 до 100 %.

Таблица 1.

Потоки газа в зависимости от сезона и режима обработки

Сезон	Лето						Зима					
	Полное удаление этана			Частичное удаление этана			Полное удаление этана			Частичное удаление этана		
Задача	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
№ Питания ^{а)}	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Доля, мол. %:												
Кислород	0.4	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Азот	1.52	0.35	0.33	1.53	0.38	0.28	1.45	0.44	0.39	1.37	0.37	0.23
Углекислый газ	0.46	0.56	0.53	4.60	0.60	0.48	0.45	0.67	0.63	0.48	0.66	0.50
Метан	86.01	49.60	46.39	86.73	53.47	41.09	89.20	62.83	57.50	88.09	57.84	40.34
Этан	8.41	20.07	19.42	0,0825	20.87	19.19	6.81	18.51	18.73	7.57	20.09	18.83
Пропан	3.08	20.63	21.79	2.67	18.88	24.58	1.84	13.38	16.08	2.20	16.18	24.40
i-Бутан	0.22	2.99	3.55	0.16	2.25	4.33	0.11	1.56	2.25	0.13	1.89	4.60
n-Бутан	0.24	4.36	5.52	0.15	2.94	6.88	0.11	2.06	3.24	0.12	2.44	7.42
i-Пентан	0.02	0.60	0.92	0.01	0.30	1.18	0.01	0.24	0.47	0.01	0.24	1.34
n-Пентан	0.01	0.52	0.85	0.00	0.22	1.10	0.00	0.20	0.41	0.00	0.18	1.25
n-Гексан	0.00	0.31	0.68	0.00	0.08	0.88	0.00	0.12	0.30	0.00	0.07	1.08
Расход, т/ч	163.3	26.84	53.76	160.3	30.58	53.0	146.4	26.51	58.69	162.9	48.01	20.62
T, °C	-86.85	-64.78	10.42	-93.83	-73.89	-47.7	-104.6	-88.83	7.254	-100.8	-82.7	-47.0
P, МПа	1.256	1.286	1.286	1.139	1.169	1.169	1.101	1.131	1.131	1.057	1.061	1.061

3. Расчетные параметры работы колонны деэтанализатора

Поскольку оптимальные режимы массопереноса в пакетно-вихревой насадке устанавливаются при линейных скоростях газа от 2 до 5 м/с, что существенно выше значений скорости для обычных контактных устройств (~1 м/с), применение ПВН позволяет существенно сократить диаметр аппаратов, а высокая эффективность массопереноса обеспечивает меньшую высоту колонного аппарата. Насадка ПВН применяется в верхней части колонны.

Размеры секций и оценка рабочих значений параметров работы колонны представлена в Таблице 3. Значения потоков верха, куба, их температур, давлений и производительности приводятся в Таблице 4.

Таблица 3.
Технические параметры контактных устройств колонны деэтанализатора

Параметр	Значение
Верхняя секция с ПВН:	
Тип контактного устройства	ПВН
Диаметр секции, мм	1 400
Высота, мм ^{а)}	2 000
Общая высота, мм: ^{а)}	
- Насадки	4 000
- Насадки с учетом вспомогательных устройств ^{б)}	4 400
Материал	12X18Н10Т ^{в)}
Средняя секция с ПВН:	
Тип контактного устройства	ПВН
Диаметр секции, мм	1 400
Высота, мм ^{а)}	1 750
Общая высота, мм: ^{а)}	
- Насадки	3 500
- Насадки с учетом вспомогательных устройств ^{б)}	3 900
Материал	12X18Н10Т ^{в)}
Нижняя секция с колпачковыми тарелками:	
Тип контактного устройства	Колпачковая тарелка
Количество слоев	5
Диаметр секции, мм	2 400
Расстояние между слоями	600
Максимальное захлебывание, %	62,11
Поточность	1
Длина хода, мм	1054
Ширина хода, мм	2320
Максимальное заполнение сливного стакана, %	44,67
Общая длина перегородки, мм	2156
Высота перегородки, мм	50.80
Активная площадь, м ²	2,446
Площадь сливного стакана, м ²	1,039
Примерное число колпачков	120

Материал	12X18H10T ^{Б)}
Общая оценочная высота контактных устройств колонны, мм^{б)}	10 700

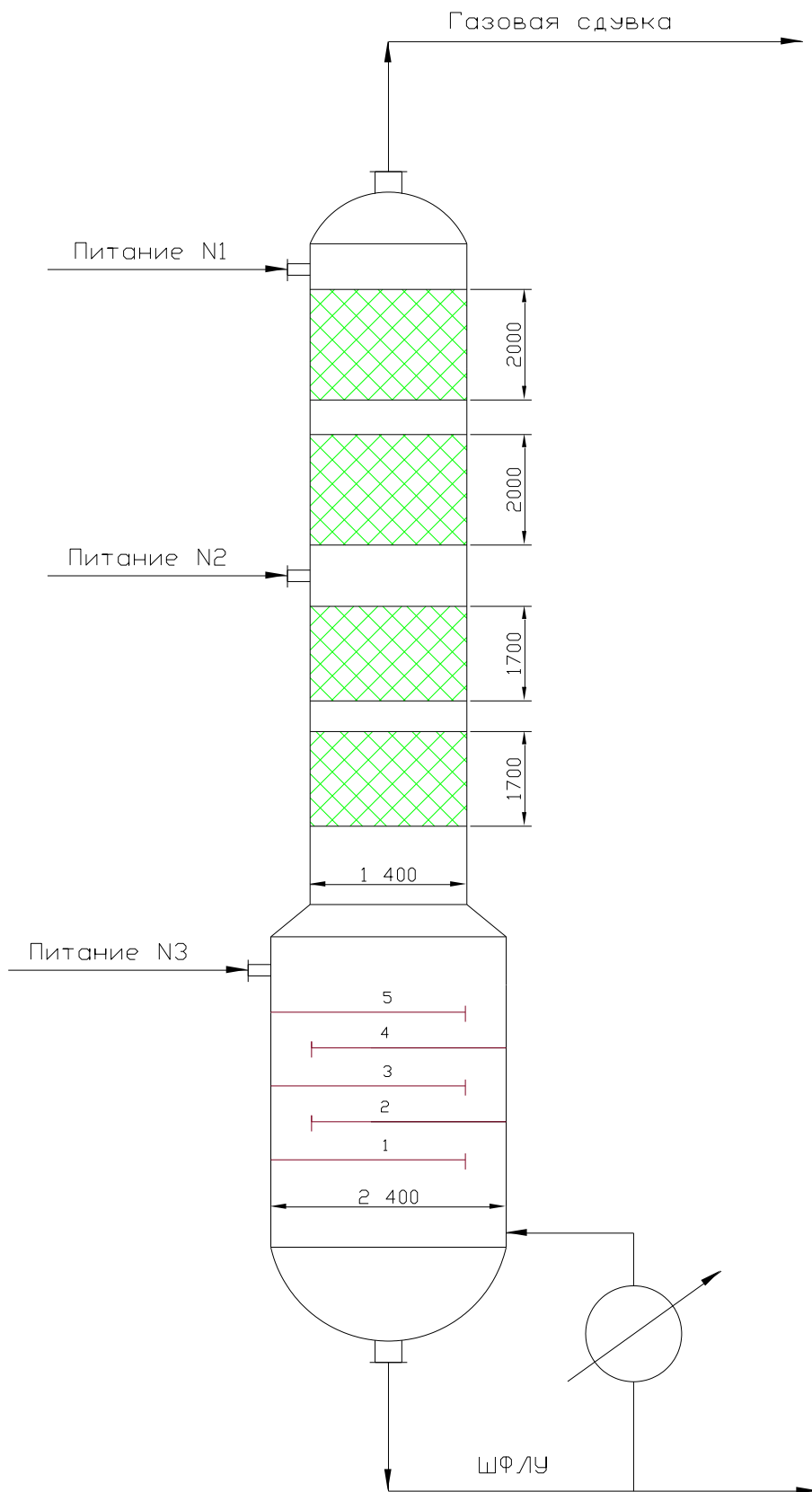
а) Секция состоит из двух слоев равного размера, разделенных коллекторным и распределительным устройствами, б) Приблизительное значение для уточнения размеров колонны, в) Заказчик уточняет материал насадки.

Согласно расчету, оптимальный диаметр контактных секций колонны различается. Сам колонный аппарат может иметь либо переменный диаметр (форма бутылки), либо постоянный (форма цилиндра); в последнем случае будет необходима установка внутренней колонны-вставки. Заказчик уточняет предпочтительный вариант на стадии изготовления КД.

Таблица 4.

Расчетные параметры работы колонны дезанизатора

Параметр	Зима с удалением этана	Зима с сохранением этана	Лето с удалением этана	Лето с сохранением этана
Питание:				
Питание расчетное, т/ч	231.6	231.53	243.9	243.88
Диапазон по питанию, %	60-100	60-100	60-100	60-100
Выход фракции верха, т/ч	189.9	162.3	188.2	160.1
Выход фракции куба, т/ч	41.7	69.26	55.7	83.79
Тепловой баланс:				
Температура верха колонны, °С	-81.51	-110.0	-71.8	-92.8
Температура куба колонны, °С	35.05	-12.05	43.43	-2.678
Тепловой поток через ребойлер, ГДж/ч	12.2	13.33	13.01	13.67
Давление:				
Верх, МПа	1.101	1.031	1.256	1.139
Куб, МПа	1.109	1.036	1.261	1.144
Перепад давления, МПа	0.008	0.005	0.005	0.005



Инв. N подл.	Погр. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Погр. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата

Эскиз колонны К-1

Лист

Рис. 1. Принципиальная схема деэтанизатора.