

## Технические науки

УДК 67.05

### ЦИКЛОННО-ПЕННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

**Ю.С. Воронцов, В.В. Арсеньев**, Омский государственный технический университет (Омск, Россия), e-mail: vorontsov92@yandex.ru

**Аннотация** Статья затрагивает проблемы очистки природного газа от механических примесей, а также охлаждение и осушку газа в комплексе. Рекомендации к использованию циклонно – пенного аппарата для комплексной подготовки газа на компрессорной станции.

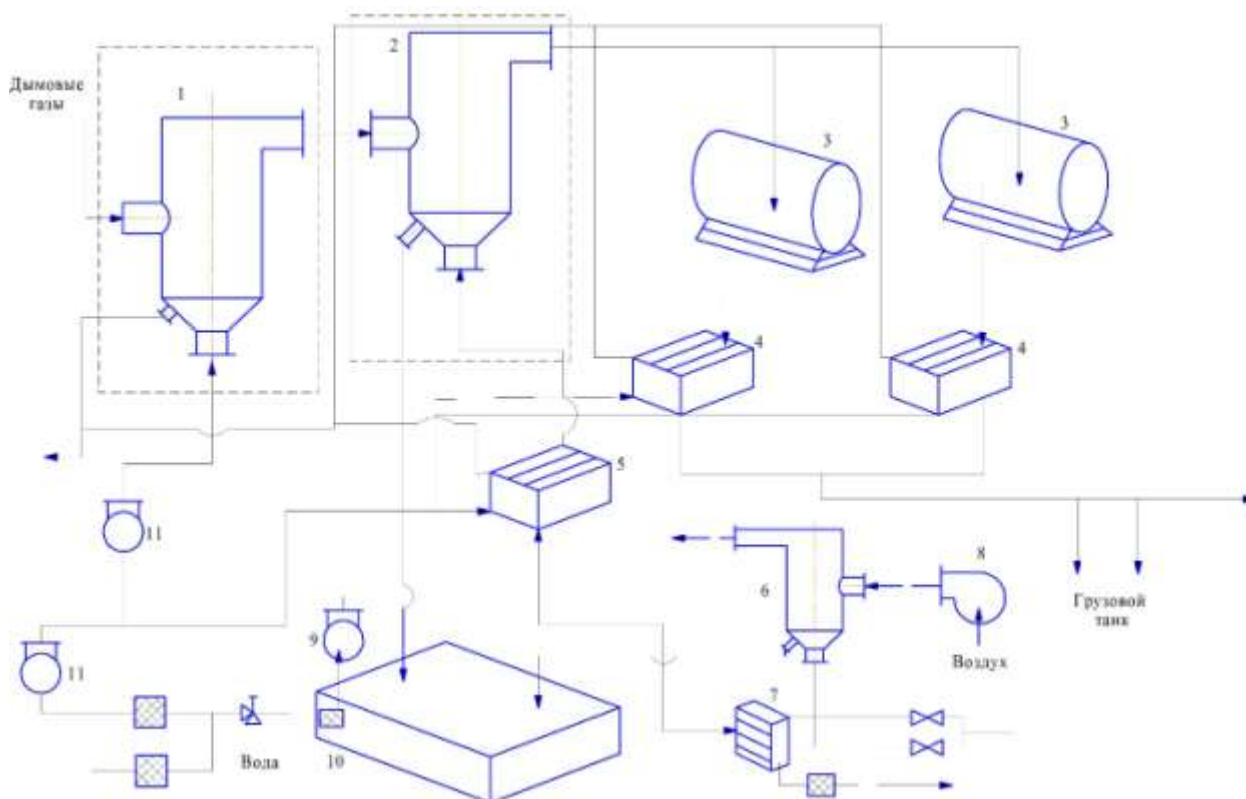
**Ключевые слова:** Циклонно – пенный аппарат, природный газ, комплексная очистка.

Газ содержит в виде примесей твердые частицы, конденсат тяжелых углеводородов, пары воды, а в ряде случаев сероводород и углекислый газ. Присутствие в газе твердых частиц приводит к абразивному износу труб, арматуры и деталей компрессорного оборудования, засорению контрольно-измерительных приборов. Конденсат тяжелых углеводородов оседает в пониженных точках газопроводов, уменьшая их проходное сечение. Наличие водяных паров в газе вызывает коррозию трубопроводов, образование в трубопроводах гидратов. Поэтому газ целесообразно очищать.

Для очистки газов от механических примесей применяют специальные аппараты для очистки. Их классификация довольно обширна и все они фактически имеют двойное назначение: удаление основной массы жидкости из газа и одновременная очистка газа от механических примесей, но широкое применение нашли масляные пылеуловители, которые устанавливаются на компрессорных станциях и циклонно – пенные аппараты, применяемые на нефтеналивных судах для очистки дымовых газов с целью подачи их в отсеки танков [1].

На нефтеналивных судах используются в качестве инертной среды дымовые газы для предотвращения взрывов на танкерах и уменьшения коррозии танков. Из-за высокой пожарной опасности опорожненных танков на нефтеналивных судах возникает необходимость подачи в танки (по мере их опорожнения) инертных газов, не поддерживающих горение, вместо воздуха. Заполнение танков воздухом много раз являлось причиной пожаров на танкерах, так как при объемной концентрации паров углеводородов от 2% до 13% и содержании кислорода более 11% образуется взрывоопасная смесь. Наиболее целесообразно на судах в качестве инертных газов применять дымовые газы от котлов или двигателей внутреннего сгорания. Циклонно – пенные аппараты являются весьма эффективными не только в очистке и осушке газов, но еще и в охлаждении, поэтому их целесообразно применять для обработки дымовых газов.

Для танкера используется система осушенных инертных газов с циклонно – пенными аппаратами. Схема данной системы представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема системы осушенных инертных газов**

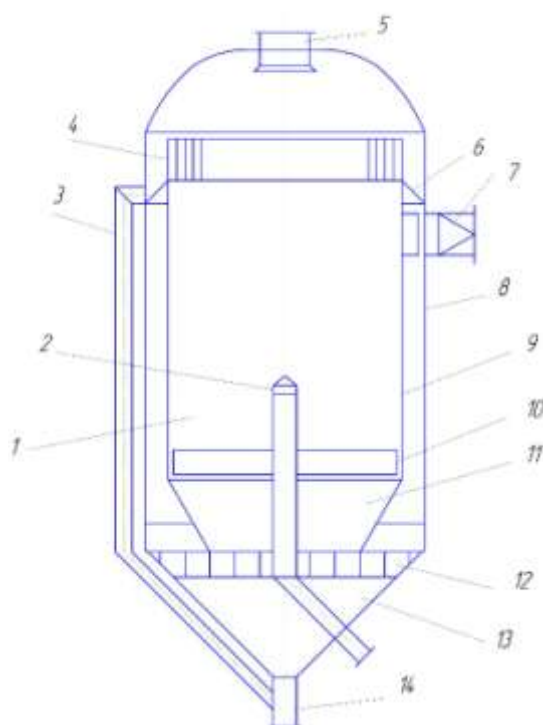
1– охладитель; 2– абсорбер; 3– нагнетатель; 4– газоохладитель; 5– теплообменник; 6– десорбер; 7– догреватель раствора; 8– электровентиль; 9 – электронасос; 10 – бак для раствора LiCl; 11 – электронасос.

Аппараты на позициях 1, 2 и являются циклонно – пенными аппаратами (ЦПА). Схема ЦПА представлена на рисунке 2 [2,3].

Газ поступает в аппарат через тангенциально расположенный патрубок 7 в кольцевое пространство, образованное наружным 8 и внутренним 9 цилиндрами. Получив вращательное движение, газ поступает в нижнюю часть аппарата, закручивает жидкость, находящуюся там, и, понижая ее уровень, входит через окна 10 во внутренний цилиндр. Жидкость, вытесненная из бункера давлением газа, поднимается по конусной части 11 внутреннего цилиндра, подхватывается и завихряется газовым потоком, входящим в цилиндр через окна. При этом во внутреннем цилиндре образуется турбулизированный газожидкостный слой подвижной пены.

Отработавший газ вместе с брызгами жидкости поднимается по внутреннему цилиндру, входит в каплеуловитель 4 и, получив дополнительное закручивание при движении между криволинейными лопатками, поступает в сепарационную камеру. В ней газовый поток освобождается от брызг жидкости и через патрубок 5 выходит из аппарата. Уловленная в сепарационной камере жидкость возвращается в бункер 13 по сливному патрубку 3 [4].

## Циклонно - пенный аппарат



**Рис. 2. Схема циклонно – пенного аппарата.**

1 – полый цилиндр; 2 – патрубок для подачи питающей воды; 3 – сливной патрубок; 4 – каплеуловитель; 5 – патрубок для выхода газа; 6 – диск; 7 – патрубок для входа газа; 8 – наружный цилиндр; 9 – внутренний цилиндр; 10 – окно; 11 – конус; 12 – пластинчатая решетка; 13 – бункер; 14 – патрубок для удаления отработанной воды.

Из таблицы 1 видно, что циклонно – пенные аппараты имеют при одинаковых условиях наименьшие габариты, по сравнению с масляными аппаратами. По массе металла они примерно на 15% уступают масляным аппаратам. По затратам энергии ЦПА на 22% уступают масляным аппаратам [5]. При этом надо отметить, что ЦПА обеспечивают наиболее высокую степень очистки. Кроме того, ЦПА имеют неоспоримое преимущество по сравнению с другими аппаратами, когда требуется одновременно очищать и охлаждать газ. Поэтому ЦПА подходит для комплексной подготовки газа на компрессорной станции.

*Удельные показатели*

Характеристика	Масляный пылеуловитель	Циклонно - пенный аппарат
Объемная производительность $\times 10^3$ , м <sup>3</sup> /ч	9,5 - 13,2	6,0 - 12,0
Габаритные размеры, м	5,20x1,52x0,88	1,65x1,48x1,22
Габаритный объем V, м <sup>3</sup>	6,95	3,00
Объем аппарата на 1 м <sup>3</sup> /ч воздуха при максимальной производительности, м <sup>3</sup>	5,25	2,50
Отношение V/V <sub>шпа</sub>	2,10	1
Степень очистки для одной и той же пыли, %	0,960	0,996
Сопротивление при V <sub>max</sub> и обеспечении указанной степени очистки, Па	745	950
Необходимый коэффициент орошения	0,20	0,01
Отношение суммарной мощности к производительности	2,61	3,18
Отношение N' <sub>шпа</sub> /N'	1,22	1
Масса пылеуловителя m, кг	411	448
Отношение m' = m/V <sub>max</sub>	3,14	3,72
Отношение m/m' <sub>шпа</sub>	0,84	1

Таблица 1. Сравнительная характеристика ЦПА и масляного пылеуловителя.

**Литература:**

1. Машины и оборудование газонефтепроводов учеб. пособие для вузов/ Ф.М. Мустафин, Н.И. Коновалов, Р.Ф. Гильметдинов и др. – 2–е изд., перераб. и доп. – Уфа: Монография, 2002. – 384 с.
2. Эксплуатация и ремонт оборудования насосных и компрессорных станций учеб. пособие / В.В. Корж, А.В. Сальников. – Ухта : УГТУ, 2010. – 184 с.
3. Центробежные пылеуловители и классификаторы: Моделирование, расчёт, проектирование учеб. пособие / А.В. Сугак, Е.В. Сугак. – Москва: Монография.- ИД «LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co», 2012.- 226 с.
4. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов учеб. пособие / Г.М. Алиев. – СПб: Рипол Классик, 2010. – 544 с.
5. Машины и оборудования газонефтепроводов учеб. пособие для вузов/ Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, А.А. Коршак и др. – 3–е изд., перераб. и доп. – Уфа: ГОФР, 2009. – 565с.



2016.

Voroncov Ju.S., Arsen'ev V.V. Ciklonno- pennyj apparat dlja kompleksnoj podgotovki gaza // Nauka. Mysl'. - № 2. -

© Ю.С. Воронцов, 2016.  
 © В.В. Арсеньев, 2016.  
 © «Наука. Мысль», 2016.

**Abstract.** The article examines the problems of natural gas processing for the removal of mechanical impurities along with gas refrigeration and dehydration. The author gives the recommendations for the use of cyclone foam unit for complex gas treatment at a gas compressor station.

**Keywords:** cyclone foam unit, natural gas, complex treatment

— ● —

### Сведения об авторах

Юрий Сергеевич **Воронцов**, студент 1 курса магистратуры, кафедра нефтегазового дела Омского государственного технического университета (Омск, Россия).

Владимир Владимирович **Арсеньев**, доцент, кандидат технических наук, Омский государственный технический университет (Омск, Россия).

— ● —

Подписано в печать 15.02.2016.  
© Наука. Мысль, 2016.