

преимуществом струйных аппаратов перед другими механическими нагнетателями является отсутствие непосредственных затрат механической энергии для повышения давления инжектируемого потока. Наряду с этим простота конструкции эжектора, несложность изготовления и небольшие габариты, по сравнению с компрессорными установками, ведут к удешевлению производства и обеспечат его экономическую рентабельность. Широкое внедрение эжекторных технологий для сбора и повышения давления низконапорного газа является эффективным технико-технологическим решением задачи повышения степени использования ПНГ.

Литература

1. Долгов Д.В. Исследование и разработка технологии рационального использования нефтяного газа низкого давления // Автореферат дисс... канд. техн. наук. – Тюмень: ТюмГНГУ. – 2009 – 22 с.
2. Книжников А.Ю. Пурсенкова Н.Н. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России // Выпуск 1 (рабочие материалы) ежегодного обзора проблемы в рамках проекта ИМЭМО РАН и WWF России «Экология и Энергетика. Международный контекст». – Москва, 2009. – 28 с.
3. Соколов Е.Я. Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 350 с.

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВЫХ ЭЖЕКТОРОВ ДЛЯ КОМПРИМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ

Ю.А. Никонов, А.Ю. Бурыкин

Научные руководители доцент М.В. Василевский, профессор П.Н. Зятиков,
доцент Л.В. Шишмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На любой стадии разработки газоконденсатных месторождений существует необходимость эффективного использования низконапорного газа или газов выветривания. Вследствие этого поиск способа оптимального технологического использования низконапорных газов на газоконденсатных месторождениях является актуальной задачей.

Одним из возможных ее решений является применение струйных аппаратов. Для наращивания давления низконапорного газа с помощью эжектора можно использовать энергию высоконапорного потока. В качестве такого потока с высоким давлением целесообразно применить поток осушенного и отбензиненного газа, выходящего с установки комплексной подготовки.

Принципиальная схема эжектора типа газ-газ приведена на рис. 1. Основные элементы эжектора – это сопло высоконапорного (активного) газа, камера смешения и диффузор.

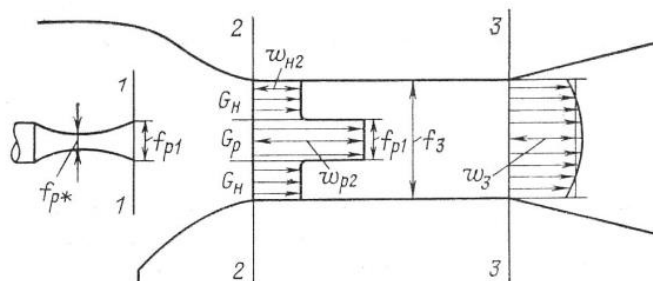


Рис.1 Профиль скоростей в двух крайних сечениях цилиндрической камеры смешения [2]

G_n, G_p – расходы рабочего и инжектируемого газов, кг/с; w_{n1}, w_n, w_3 – скорости рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении и смешанного потока в выходном сечении цилиндрической камеры смешения, м/с;

Процесс эжектирования состоит в том, что газ высокого давления вводят в камеру смешения с помощью сопла, критическое сечение которого в несколько раз меньше, чем сечение подводящей трубы. Поэтому при прохождении газа через сопло ввиду увеличения его скорости, в камере смешения создается определенное статическое давление. За счет разницы в давлениях низконапорного газа и статического давления на входе газа в камеру смешения происходит эжектирование низконапорного газа.

Основные технологические показатели эжекторов – коэффициент эжекции и кинематический параметр.

Коэффициент эжекции $K_{\text{э}}$ показывает отношение расходов пассивного $Q_{\text{п}}$ и активного $Q_{\text{а}}$ газов:

$$K_{\text{э}} = Q_{\text{п}} / Q_{\text{а}}$$

Кинематический параметр P_K характеризует отношение давлений активного ($p_{\text{а}}$) и пассивного ($p_{\text{п}}$) газов на входе в эжектор:

$$P_K = p_{\text{а}} / p_{\text{п}}$$

В работе [1] представлен расчет давления газовой смеси на выходе из эжектора по формуле

$$p_{\text{с}} = p_{\text{п}} [1,047 + 0,126 \lg K_{\text{э}} + (0,665 - 1,769 \lg K_{\text{э}}) \lg P_K].$$

Данный метод работает при допущениях постоянства показателя адиабаты для метана, равной 1,3, линейного характера изменения обратной величины приведенного расхода и при узком диапазоне кинематического параметра в интервале 2–9. Согласно приведенным соотношениям, метод является простым, но работает в очень узком диапазоне.

Более точный метод расчета представлен в [2], где исходное уравнение импульсов записано в виде

$$\varphi_2(G_p \omega_{p2} + G_n \omega_{n2}) - (G_p + G_n) \omega_3 = (P_3 - P_{p2}) f_{p2} + (P_3 - P_{n2}) f_{n2}$$

$$\frac{G_n}{G_p} = u; \quad f_{p2} = f_{p1}; \quad \omega_{p2} = \omega_{p1}; \quad P_{p2} = P_{p1} = P_n; \quad \omega_{p2} = \varphi_1 a_{p*} \lambda_{p1}$$

где P_{p2}, P_{n2}, P_3 – статическое давление рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении и смешенного потока в выходном сечении цилиндрической камеры смешения, f_{p2}, f_{n2} – площади рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении цилиндрической камеры смешения.

Массовый расход газа рабочего газа

$$G_p = f_{p*} P_{p*} a_{p*},$$

откуда находится площадь критического сечения f_{p*} , м², расширяющегося сопла:

$$f_{p*} = \frac{G_p}{P_{p*} a_{p*}}.$$

Порядок определения достижимых параметров для заданных условий зависит от формулировки задачи расчета, т. е. от того, какой из параметров, коэффициент инжекции или давление сжатия, необходимо определить. Поскольку достижимые параметры струйного компрессора зависят от газодинамических параметров потоков в сечениях камеры смешения, при решении, как первой, так и второй задачи задаются рядом значений λ_{c3} в выходном сечении камеры смешения и для каждого из них определяют достижимые параметры. На основе проведенных расчетов выбирают оптимальные значения скорости сжатого потока λ_{c3} , соответствующие максимальным достижимым параметрам, т. е. максимальный суммарный коэффициент инжекции u или достижимое давление сжатия.

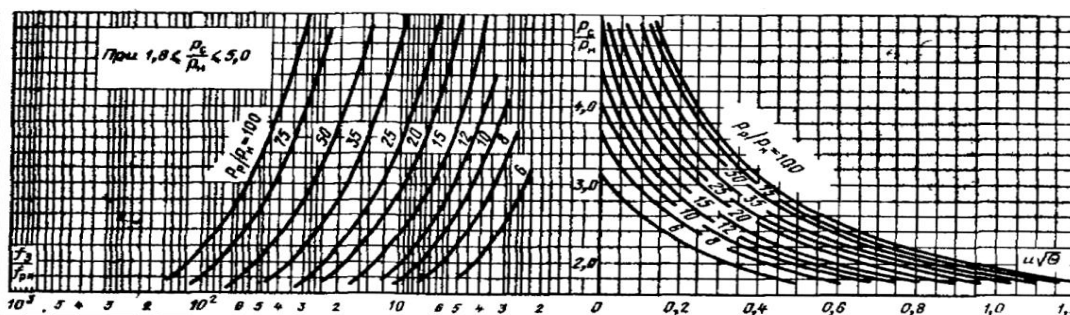


Рис.2 Достижимые коэффициенты инжекции и значения основного геометрического параметра струйных аппаратов с цилиндрической камерой смешения (показатель адиабаты 1,3) [2]

При сравнении методик расчета [1] и [2] получили следующие данные (табл.).

Таблица

Расчет давления газовой смеси на выходе из эжектора

Коэффициент эжекции, Кэ		0,0001	0,001	0,01	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45
Давление смеси, Рс (МПа), рассчитанное по методам:	[1]	11,19	9,03	6,88	4,82	4,34	4,07	3,86	3,69	3,55	3,42	3,31
	[2]	5,136	5,12	4,96	4,65	4,16	3,84	3,68	3,52	3,35	3,2	3,1

Согласно полученным данным в таблице, можно сделать заключение, что для малых коэффициентов эжекции рекомендуется использовать методику расчета Соколова, Зингера [2]. Для облегчения расчетов в работе [2] приведены номограммы для определения достижимых показателей и выбора оптимальных геометрических параметров аппаратов (рис. 2).

Литература

1. Бекиров Т.М., Шаталов А.Т. Сбор и подготовка к транспорту природных газов. – М.: Недра, 1986. – 261 с.
2. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.