



УДК 665.61.033.28

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

PROBLEMS OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS UTILIZATION

Шестерикова Раиса Егоровна

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры технологии переработки
нефти и промышленной экологии,
Институт нефти и газа,
Северо-Кавказский федеральный университет
Shesterikova_26@mail.ru

Шестерикова Анастасия Андреевна

студентка,
Институт нефти и газа,
Северо-Кавказский федеральный университет
na5tya5tav41@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема сокращения потерь углеводородного сырья и загрязнения атмосферы продуктами горения углеводородов и сероводорода. Авторами предложен способ утилизации нефтяного газа низкого давления, содержащего сероводород. Приведены результаты испытаний очистки нефтяного газа от сероводорода.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, очистка, сероводород, абсорбер.

Shesterikova Raisa Egorovna

Doctor of Engineering, Associate Professor,
Professor of department of technology of
oil refining and industrial ecology,
Institute of oil and gas,
North Caucasian federal university
Shesterikova_26@mail.ru

Shesterikova Anastasia Andreevna

Student,
Institute of oil and gas,
North Caucasian federal university
na5tya5tav41@gmail.com

Annotation. The article considers the problem of reduction of losses hydrocarbon of raw materials and pollution of the atmosphere by the combustion products of hydrocarbons and of hydrogen sulfide. The authors propose a method for utilization of low-pressure petroleum gas containing hydrogen sulfide. The results of tests of purification of petroleum gas from hydrogen sulfide are presented.

Keywords: associated petroleum gas treatment, the hydrogen sulfide absorber.

Добыча попутного нефтяного газа (ПНГ) определяется масштабами добычи нефти. Выделяется ПНГ на установках промышленной подготовки нефти и относится к разряду низконапорных газов (ННГ), т.к. выделяется из нефти при давлениях от нескольких атмосфер до атмосферного. Блок-схема промышленной подготовки нефти приводится на рисунке 1.

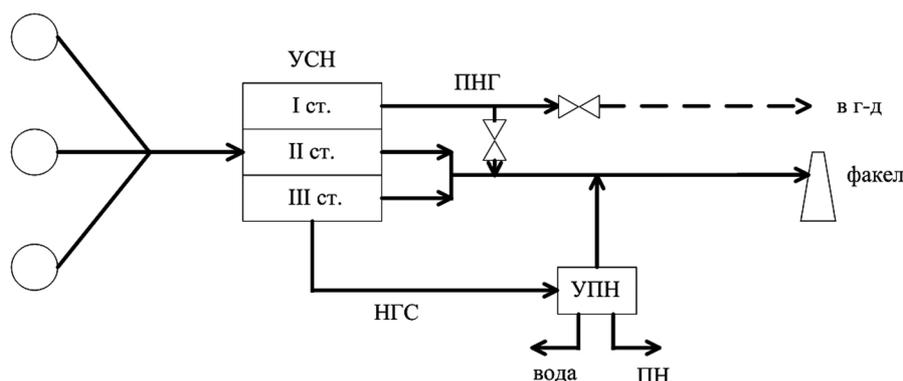


Рисунок 1 – Блок-схема установки промышленной подготовки нефти:

НГС – нефтегазовая смесь, ПН – подготовленная нефть, УПН – установка подготовки нефти, УСН – установка стабилизации нефти

Продукция нефтяных скважин поступает на установку сепарации. Сепарация нефти происходит в три (или четыре) ступени. Давление по ступеням сепарации может составлять:

- 1-я ступень от 0,4 до 0,7 МПа;
- 2-я ступень от 0,2 до 0,4 МПа;
- 3-я ступень до 0,103 МПа.

На третьей ступени выделяется нефтяной газ с высоким содержанием углеводородов $C_{3+вышш.}$, концентрация которых может достигать 2000 г/м³. Этот газ представляет большой интерес для переработки и использования в нефтегазохимии.



Пропан-бутановые углеводороды используются для производства моторного топлива. Сжиженные смеси пропан-бутанов используются как пропелленты и как топливо для зажигалок. Назначение углеводородного пропеллента – использование при выпуске товаров в аэрозольной упаковке: парфюмерно-косметические, автокосметика, инсектициды, чистящие средства и др. Пропановая фракция используется в качестве сырья в производстве полиэтилена высокого давления (модификатор) и в процессе пиролиза, в качестве растворителя в процессе деасфальтизации масел. Бутановая фракция используется для получения бутадиена в производстве синтетического каучука, в качестве пиролизного сырья, в процессах алкилирования и т.д. Пропан-бутановые углеводороды применяются в качестве топлива для коммунально-бытовых нужд и в двигателях внутреннего сгорания (в основном, в сжиженном виде), в качестве хладагентов.

При дегазации сернистых нефтей ПНГ содержит в своем составе сероводород. Присутствие сероводорода в ПНГ осложняет его использование в вышеуказанных процессах и он вынуждено сжигается на факельных установках, нанося экологический ущерб окружающей среде. Для использования такого газа необходима очистка от сероводорода. Трудность очистки нефтяного газа от сероводорода заключается в малых концентрациях сероводорода, а также низком его давлении.

На рисунке 2 приводится принципиальная технологическая схема очистки попутного нефтяного газа от сероводорода, которая была испытана на Ново-Украинской компрессорной станции (КС) нефтяной компании ОАО НК «Роснефть «Краснодарнефтегаз».

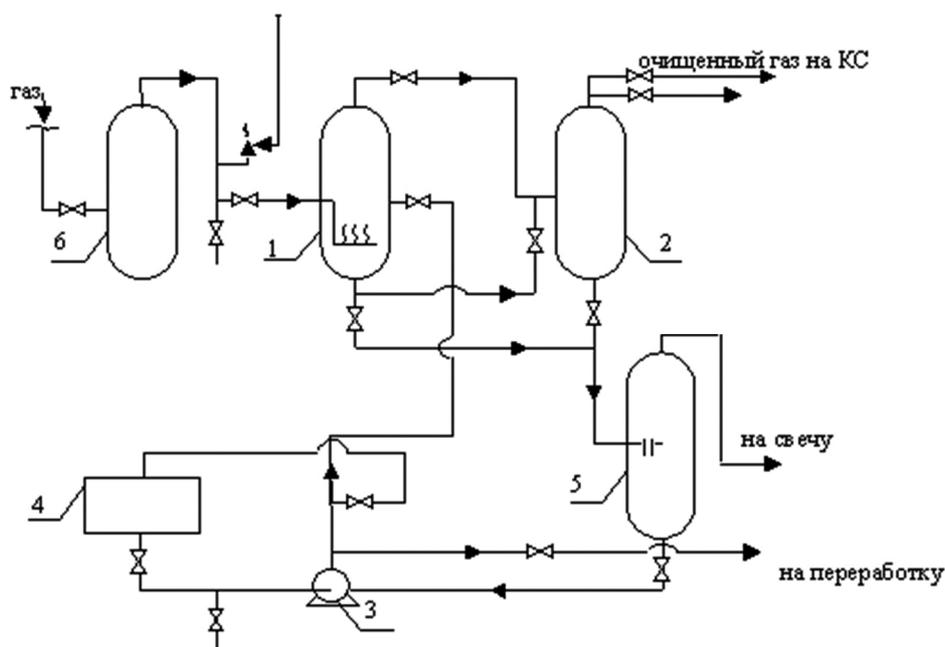


Рисунок 2 – Технологическая схема очистки попутного нефтяного газа от сероводорода:
1 – абсорбер; 2, 6 – сепаратор; 3 – насос; 4 – сборник для свежего абсорбента;
5 – сборник для отработанного абсорбента

Процесс очистки осуществляется следующим образом. Газ низкого давления из сепаратора 6 поступает в барботажный абсорбер 1, заполненный абсорбентом, где происходит его очистка от сероводорода. Очищенный от сероводорода газ выводится с верха абсорбера и направляется в сепаратор 2 для отделения капельной влаги, увлеченной газовым потоком, после которого подается на вход компрессоров. В абсорбер периодически из емкости 4 насосом 3 закачивается расчетное количество свежеприготовленного абсорбента. Отработанный абсорбент периодически выводится из абсорбера в емкость 5, из которой он направляется на регенерацию. Необходимость замены абсорбента определяется анализами очищенного газа на содержание сероводорода и анализами абсорбента на содержание в нем активного компонента – ионов железа Fe^{+2} .

В качестве абсорбента используется водный раствор сульфата железа. Концентрация ионов железа Fe^{+2} в абсорбенте должна составлять от 2 до 3 г/л. Технологические параметры работы установки в период испытаний следующие:

- объем абсорбента $V_{абс} = 1400$ л;
- уровень его в абсорбере 0,9 м;
- концентрация иона железа $C_{Fe^{+2}} = 2,9$ г/л;
- pH абсорбента 6,5.

Щелочность абсорбента обеспечивалась раствором аммиака.



Технологические характеристики абсорбента:

- удельная емкость по сероводороду – 1,68 г/л;
- ожидаемый теоретический расход газа до проскока сероводорода при концентрации его в газе 60 мг/м³ – 40 тыс. м³.

Результаты работы установки сероочистки приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты очистки нефтяного газа от сероводорода

Время, ч	Концентрация сероводорода в газе, мг/м ³		Концентрация диоксида углерода в газе, %		Объем газа, тыс. м ³	Извлечено из газа, кг	
	сырой	очищенный	сырой	очищенный		сероводорода	диоксида углерода
0	210	0	–	–	–	–	–
2	102	0	–	–	1,4	0,297	20,9
3	102	7	–	–	2,1	0,367	31,3
4	85	17	–	–	2,8	0,415	41,7
5,5	85	15	–	–	3,9	0,481	58,1
22	68	16	1,51	0,75	15,6	0,102	232,4
24	85	18	1,51	0,76	16,9	0,110	251,8
25	85	18	1,51	0,77	17,7	0,115	263,7
26	85	17	–	0,74	18,4	0,118	274,2
27	85	17	–	0,73	19,1	0,122	284,6
27,5	–	18	–	–	–	–	–
28	85	22	–	0,84	19,8	0,125	295
46,5	140	24	–	–	32,9	–	–
48	140	–	1,35	–	–	–	–
49	148	–	1,68	–	–	–	–
49,5	148	78	–	1,29	–	–	–
51	148	85	–	0,815	–	–	–
52	148	90	–	1,08	–	–	–
52,5	119	85	1,46	–	–	–	–

Остаточное содержание сероводорода в газе в соответствии с ГОСТ 22387.5-77 не должно превышать 20 мг/м³. Из данных таблицы 1 следует, что высота слоя абсорбента 0,9 м обеспечивает получение кондиционного по сероводороду газа.

В таблице 2 приводятся основные технологические характеристики процесса очистки газа от сероводорода, которые были получены при испытаниях.

Таблица 2 – Технологические показатели очистки газа от сероводорода

Показатель	Размерность	Величина
Производительность по обрабатываемому газу	тыс. м ³ /сут.	17–20
Концентрация сероводорода в сырьевом газе	мг/м ³	до 210
Концентрация диоксида углерода в сырьевом газе	% об.	1,5–1,7
Объем абсорбента в абсорбере	м ³	1,4
Скорость газа в полном сечении абсорбера	м/с	0,11
Давление в абсорбере	МПа	0,22
Концентрация ионов железа в абсорбенте	г/л	2,9
Теоретическая емкость абсорбента по сероводороду	кг/м ³	1,68
Полученная при испытаниях емкость абсорбента	кг/м ³	1,56
Необходимый избыток абсорбента	%	10–15
Высота единицы переноса	м	0,50

Результаты испытаний показали, что при скоростях газа в абсорбере 0,11 м/с образования пены и уноса абсорбента не наблюдается.

Технология очистки газа от сероводорода водорастворимыми солями железа двухвалентного может использоваться для промышленной очистки попутного нефтяного газа от сероводорода и обеспечить при этом экономический эффект.

Основными составляющими экономического эффекта являются следующие:

- обеспечение экологической безопасности в районах расположения скважин за счет исключения выбросов токсичного сероводорода и продукта его горения – диоксида серы – в атмосферу;
- исключение потерь углеводородов.



Расчет себестоимости очистки газа от сероводорода водными растворами сульфата железа и аммиака приводится в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет себестоимости очистки газа от сероводорода раствором сульфата железа

Показатель	Величина	Стоимость, руб.	
		единицы	общая
Расход газа, тыс. м ³ /сут.	100		
1. Реагенты: абсорбент, м ³ /сут.	0,01	10000	100
аммиачная вода, т	0,18	400	72
ИТОГО			172
2. Заработная плата, руб/сут.	2 чел	10000	666
соц. начисления, руб/сут.	36 % ФОТ		240
ИТОГО			906
3. Накладные расходы, руб/сут.	40 % ФОТ		533
Всего затрат, руб/сут			1611
Себестоимость, руб/1000 м³			16,11

Литература:

1. Рудницкая Е.В. Проблемы утилизации нефтяного газа на месторождениях ООО «Краснодарнефтегаз» / Е.В. Рудницкая, А.Н. Белошапка // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2009. – № 2. – С. 42–44.
2. Бренц А.Д. Оценка народнохозяйственной эффективности ресурсопользования на примере ПО «Астраханьгазпром»: Международный научный журнал «Синергия наук» // Обзорная информация ВНИИЭгазпрома. Сер. Экономика, организация и управление производством в газовой промышленности. – М., 1989. – № 4.
3. Андреев О.П. Опыт промышленной установка производства метанола для ГКМ как прототип перспективной технологии промышленного использования низконапорного газа / О.П. Андреев, А.Г. Бан, А.Л. Бублей // Проблемы и перспективы комплексного использования низконапорного газа в устойчивом развитии социальной сферы газодобывающих регионов. – Надым, 2003. – С. 202–213.
4. Столыпин В.И. Анализ возможностей получения жидких топлив из низконапорного газа / В.И. Столыпин, О.Б. Сошников, М.Ф. Чехонин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2007. – № 12. – С. 85–90.
5. Разработка и промысловые испытания технологии утилизации низконапорного нефтяного газа с помощью струйных компрессоров / М.Ю. Тарасов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 2.
6. Гордиевский А.В. Утилизация сероводородсодержащего нефтяного газа насосно-эжекторной установкой / А.В. Гордиевский, И.И. Рошак // Нефтяное хозяйство. – 1989. – № 7. – С. 47.
7. Хохлов В.А. Система струйных насосов для утилизации попутного газа // Газовая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 45–47.
8. Столыпин В.И. Возможности расширения производства жидких и сжатых газов с использованием остаточного низконапорного газа / В.И. Столыпин, С.А. Молчанов, О.Б. Сошников // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2007. – № 12. – С. 79–84.

References:

1. Rudnitskaya E.V. Problems of utilization of oil gas at the fields of Krasnodarneftegaz LLC / E.V. Rudnitskaya, A.N. Beloshapka // Scientific and technical bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2009. – № 2. – P. 42–44.
2. Brenz A.D. Estimation of national economic efficiency of resource use by the example of PO «Astrakhangazprom»: International Scientific Journal «Synergy of Sciences» // Survey information VNIIGazprom. Ser. Economics, organization and management of production in the gas industry. – M., 1989. – № 4.
3. Andreev O.P. Experimental and industrial plant for the production of methanol for HCMC as a prototype of a promising technology for industrial use of low-pressure gas / O.P. Andreev, A.G. Ban, A.L. Bublely // Problems and prospects for the integrated use of low-pressure gas in the sustainable development of the social sphere of gas-producing regions. – Nadym, 2003. – P. 202–213.
4. Stolypin V.I. Analysis of the possibilities of obtaining liquid fuels from low-pressure gas / V.I. Stolypin, O.B. Soshnikov, M.F. Chekhonin // Protection of the environment in the oil and gas complex. – 2007. – № 12. – P. 85–90.
5. Development and field trials of the technology of utilization of low-pressure oil gas with the help of jet compressors / M.Yu. Tarasov [and others] // Oil industry. – 2009. – № 2.
6. Gordievsky A.V. Utilization of hydrogen sulphide-containing oil gas by a pump-ejector installation / A.V. Gordievsky, I.I. Roshak // Oil Industry. – 1989. – № 7. – C. 47.
7. Khokhlov V.A. System of jet pumps for utilization of associated gas // The gas industry. – 2005. – № 3. – P. 45–47.
8. Stolypin V.I. Possibilities to expand the production of liquid and compressed gases using residual low-pressure gas / V.I. Stolypin, S.A. Molchanov, O.B. Soshnikov // Protection of the environment in the oil and gas sector. – 2007. – № 12. – P. 79–84.