

УДК 665.6; 006.72

**СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО
НЕФТЯНОГО ГАЗА**

**DISPOSAL SYSTEM AND USES OF ASSOCIATED
PETROLEUM GAS**

Аскарова А.А., Савичева Ю.Н.

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

A.A. Askarova, Yu.N. Savicheva

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: btb-eng@yandex.ru

Аннотация. Последнее десятилетие остается актуальной задачей переработки попутного нефтяного газа (ПНГ) на отечественных нефтедобывающих предприятиях, в том числе в регионах с суровым арктическим климатом. ПНГ является неотъемлемым элементом в процессе добычи нефти.

За последнее десятилетие Россия вышла на лидирующее место в мире по количеству сжигания ПНГ в нефтепромысловых факелах. Это происходит, в основном, из-за невыгодной экономической позиции, так как цена ПНГ, реализуемого для дальнейшей переработки в виде топлива или энергии, является низкой.

По своему составу и свойствам ПНГ не уступает природному газу и имеет более широкую сферу применения. С лёгкой нефтью обычно добывают более жирные газы, с тяжёлой нефтью – в основном сухие газы. Ценность газа возрастает с увеличением содержания углеводородов в его

составе. При разделении попутного газа получают такие продукты, как сухой отбензиненный газ (СОГ), широкую фракцию лёгких углеводородов (ШФЛУ), газовое моторное топливо, стабильный газовый бензин, сжиженный нефтяной газ (СНГ) этан и другие узкие фракции, полезные промышленности. Также могут быть выделены гелий, азот, сернистые соединения.

Для эффективной реализации мероприятий по переработке ПНГ предлагается внедрять систему утилизации и рационального использования попутного нефтяного газа, которая может быть применена при отработке нефтяных месторождений в экстремальных климатических условиях для повышения эффективности эксплуатации месторождений за счет максимально полной утилизации и использования попутного нефтяного газа.

Эффективное и рациональное использование углеводородных ресурсов, как и внедрение инновационных технологий, значительно укрепит и повысит на новый уровень нефтяную и газонефтяную отрасль России.

Abstract. The last decade remains urgent a problem of processing of the associated petroleum gas (APG) at the domestic oil-extracting enterprises, including in regions with severe Arctic climate. APG is the integral element in the course of oil production.

For the last decade Russia came to a leading place in the world by the number of combustion of APG in oil-field torches. It happens, generally because of an unprofitable economic position as the price of the APG realized for further processing in the form of fuel or energy is low.

On the structure and APG properties does not concede to natural gas and has wider scope of application. With light crude usually extract more fat gases, with heavy naphtha – generally residue gases. The value of gas increases with increase in content of hydrocarbons in its structure. At division of casing-head gas ethane and other narrow fractions useful to the industry receive such

products as the residue stripped gas (RSG), the long distillate of light hydrocarbons (LDLH), gas engine fuel, stable natural gasoline, the liquefied petroleum gas (LPG). Also helium, nitrogen, sulfur compounds can be emitted.

For efficient realization of actions for processing of APG it is offered to introduce a disposal system and rational use of associated petroleum gas which can be applied at working off of oil fields in extreme climatic conditions to increase in effectiveness of operation of fields due to the most complete utilization and use of associated petroleum gas.

Effective and rational use of hydrocarbonic resources, as well as introduction of innovative technologies, considerably will strengthen and will raise oil and gas-oil branch of Russia on new level.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, факельное сжигание, газонефтехимия, переработка, газогидрат, сепарация, утилизация, месторождение.

Key words: associated petroleum gas, torch combustion, gas and petrochemistry, processing, gas hydrate, separation, utilization, field.

Попутный нефтяной газ является экологически чистым высококалорийным топливом, состоящим из смеси газов с парообразными углеводородными и не углеводородными компонентами, и, представляет собой ценное сырье для нефтехимического производства. Тем не менее, почти на всех нефтедобывающих предприятиях часть нефтяного газа сжигается в факелах. Половина сгоревшего газа поступает для нужд промыслов и списывается на технологические потери. Лишь около 25% поступает на переработку.

В настоящее время в двадцатке ведущих стран - недропользователей Россия занимает одно из первых мест по объему сжигаемого в факелах газа. По разным источникам, в стране сжигается около 17млрд м³/год нефтяного газа, что составляет 24% от извлекаемого объема. В то же

время, согласно неофициальным данным, объем сжигания ПНГ в нашей стране может быть значительно выше - не менее 20 млрд м³ [1].

Начиная с 2007 года, правительством России была поставлена задача, направленная на уменьшение объемов факельного сжигания и на увеличение доли его переработки на отечественных газонефтехимических предприятиях до 95%. Переработка попутного газа позволяет получить продукцию, необходимую в отечественной промышленности, такую как полимеры, а в быту - от одежды до оконных переплетов [2]. Рациональное использование ПНГ может обеспечить повышение экономической и экологической эффективности нефтяного сектора, развитие газонефтехимии, а также осуществление государственных задач в сфере повышения энергоэффективности и импортозамещения [1].

Наиболее распространенные способы применения ПНГ, альтернативные сжиганию в факелах, это:

- закачка ПНГ в нефтеносные пласты для повышения нефтеотдачи или для возможного сохранения его как ресурса на будущее;

- использование ПНГ в энергетической промышленности в качестве экологически чистого топлива с высокой калорийностью.

- переработка ПНГ с получением СОГ, подаваемого в систему магистральных трубопроводов, ШФЛУ, газового бензина и сжиженного газа для бытовых нужд. ШФЛУ является сырьём для производства каучуков, пластмасс, компонентов высокооктановых бензинов и др. [3].

Уровень извлеченного попутного газа является характеристикой инновационного развития нефтяной и газонефтехимической промышленности. Он показывает, насколько эффективно используются в экономике страны углеводородные ресурсы. Достижение 95-98%-го уровня использования ПНГ, извлекаемого в масштабах страны и высокая степень его переработки с получением ценных продуктов, являются одними из важных направлений развития нефтяной и газонефтехимической промышленности в мире [4]. Это течение характерно

для развитых стран, богатых углеводородным сырьем, таких как Норвегия, США и Канада и для ряда стран с переходной экономикой, например для Казахстана, а также развивающихся стран, например Нигерии.

В данной статье предлагается система утилизации и использования ПНГ на примере топливно-энергетического комплекса, которая может быть применена при отработке нефтяных месторождений в экстремальных климатических условиях для повышения эффективности эксплуатации месторождений [5]. Сущность метода состоит в том, что на всех ступенях сепарации нефти в зимний период ПНГ перерабатывают в сыпучий груз в форме газогидратов, а в летний период времени ПНГ утилизируют в исходном газообразном состоянии. При этом доставку ПНГ на газоперерабатывающий завод (ГПЗ) со всех мест сепарации нефти производят с помощью специальных трубопроводно-контейнерных систем пневмотранспорта, связывающих между собой все объекты нефтепромысла и нефтепромыслового - корпоративного, или централизованных ГПЗ. Технический результат использования данной системы заключается в повышении эффективности утилизации попутного нефтяного газа [6].

Известные способы разработки и комплексы оборудования для отработки газовых месторождений, базирующиеся, главным образом, на трубопроводных системах транспортирования газа, его накоплении и хранении в крупных подземных хранилищах являются весьма капиталоемкими и эффективны только при разработке крупных высокопродуктивных месторождений природного газа, находящихся в относительно доступных регионах на суше или в прибрежных шельфовых зонах, а также при наличии близко расположенных от газовых месторождений и магистральных трубопроводных транспортных систем и коридоров емких рынков сбыта и конечных потребителей газового топлива. К тому же способ отработки газовых месторождений по технологиям сжатого и сжиженного природного газа является достаточно

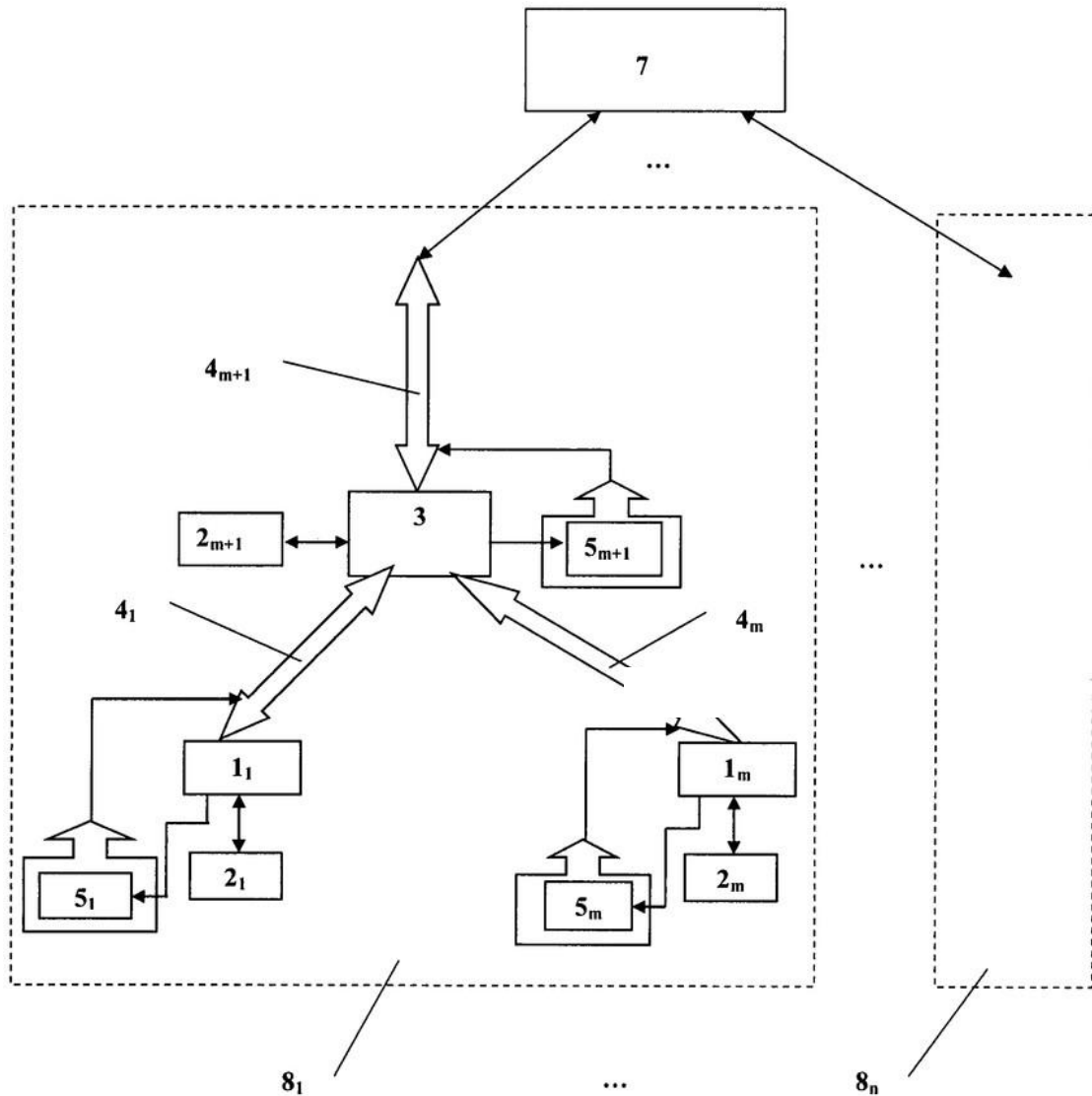
опасными по условиям транспортировки и хранения газа, что в еще большей степени удорожает производство в газовом бизнесе [7]. А транспортирование или хранение гидратов газов путем помещения газового гидрата в подходящее транспортное средство или в контейнер при транспортировании или хранении газогидрата в адиабатических условиях не связан с другими звеньями технологической цепи добычи, переработки и использования природного газа и не обеспечивает сам по себе реализацию потенциальных возможностей повышения эффективности газового бизнеса в рыночных условиях.

Существующие технологии переработки, транспорта и использования компримированного и сжиженного газа (технологии КПП и СПГ) являются сравнительно опасными и сопровождаются иногда крупными авариями, что зачастую сдерживает более широкое использование газообразного топлива (например, в автомобильном и других средствах транспорта) и снижает эффективность эксплуатации нефтегазовых месторождений [8].

Целью предлагаемой системы утилизации и использования ПНГ является повышение экономической эффективности отработки, главным образом нефтяных месторождений, в особенности в условиях Западной Сибири, севера Красноярского края и других регионов с экстремальными климатическими условиями. В результате использования данной системы на практике осуществится максимально полная утилизация (сохранение) попутного нефтяного газа на всех ступенях сепарации нефти и экономичная его доставка на нефтепромысловые (корпоративные) или централизованные газохимические предприятия для последующего наиболее выгодного использования ПНГ.

На рисунке 1 представлена предлагаемая система утилизации и использования ПНГ крупного нефтяного промысла для случая с несколькими пунктами централизованного сбора и подготовки нефти и одним корпоративным или централизованным газоперерабатывающим заводом (ГПЗ) большой мощности, где изображены: $1_1 \dots 1_m$ - дожимные

насосные станции (ДНС) нефтяного промысла; $2_1 \dots 2_{m+1}$ - газогидратные реакторы (гидратизаторы ПНГ); 3 - центральный пункт сбора и подготовки нефти (ЦПС нефтепромысла); $4_1 \dots 4_{m+1}$ - трубопроводно-контейнерные пневмотранспортные устройства непрерывного (кольцевого) типа или циклического действия (однотрубные); $5_1 \dots 5_{m+1}$ - газонаполнительные установки; 6 - промысловый (корпоративный) газоперерабатывающий завод; 7 - промысловый (корпоративный) или централизованный газоперерабатывающий завод (ГПЗ) большой мощности и $8_1 \dots 8_n$ - автономные (в той или иной степени) для каждого ЦПС подсистемы утилизации и сбора ПНГ.



Фиг. 2

Рисунок 1. Система утилизации и использования ПНГ

Такое выполнение системы утилизации ПНГ позволяет при необходимости обеспечить комплексную и максимально полную утилизацию всех основных продуктов отработки месторождения (нефти и ПНГ) без необходимости строительства и эксплуатации промышленного нефтепровода со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Особенностью системы является то, что подвижной состав трубопроводно-контейнерных пневмотранспортных установок выполняется в двух или даже в трех вариантах в зависимости от условий применения данной системы, а именно: в виде вагонеток для транспортирования насыпных (сыпучих) грузов; в виде трубопроводно-капсульных, т.е. газобаллонных, модулей - контейнеров, для транспортировки ПНГ в обычном газообразном состоянии с давлением газа в этих модулях, допустимым по условиям работы трубопроводно-контейнерных устройств пневмотранспорта (ТКПТ), прочих условий безопасности и удобства эксплуатации системы утилизации в целом. Для удобства в системе используются два режима эксплуатации: зимний режим работы, при котором на всех пунктах сепарации нефти с помощью газогидратных реакторов ПНГ преобразуют в газогидраты (насыпной груз) и транспортируют его в контейнерах (вагонетках); летний режим работы предполагающий переход в летний период на работу в пунктах сепарации нефти газонаполнительных установок и использование в трубопроводно-контейнерных установках пневмотранспорта газобаллонных модулей. При очередном наступлении зимнего периода (отрицательной температуры) система снова переводится на зимний (газогидратный) режим работы.

Прототипом представленной системы утилизации и использования ПНГ является способ отработки газовых месторождений и реализующий его комплекс оборудования [9]. Однако этот способ и комплекс оборудования не может обеспечить утилизацию, сбор и доставку попутного нефтяного газа на газоперерабатывающие предприятия, поскольку сепарация нефти, в частности на достаточно крупных нефтяных

промыслах и соответственно сжигание ПНГ на факелах, осуществляется на большой площади разбросанных и достаточно удаленных друг от друга нефтепромысловых объектов и газоперерабатывающих предприятий.

Выводы

Система утилизации и использования попутного нефтяного газа и других продуктов отработки нефтегазовых месторождений в зависимости от имеющихся условий ведения бизнеса, текущей рыночной ситуации и применительно к каждому конкретному региону или месторождению углеводородного сырья может обеспечивать дальнейшее повышение эффективности их эксплуатации и сбережению ресурсов, что создаст устойчивую инновационную экономическую систему Российской Федерации.

Список используемых источников

1 Кирюшин П.А., Книжников А.Ю. Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. М.: WWF, 2013. С. 90.

2 Федосов А.В., Ю.Р. Абдрахимов. Охрана труда на полимерных производствах: монография. Уфа: РИЦ УГНТУ, 2013. С. 138.

3 Абдрахимов Ю.Р., Закирова З.А., Басирова А.Х.. Методы диагностирования магистральных трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 4. С. 46-49

4 Коршак А.А. Основы нефтегазового дела. Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. С. 544.

5 Андрейкина Л.В. Состав, свойства и переработка попутных нефтяных газов месторождений Западной Сибири: автореф. дис. канд. техн. наук, 2005. URL:http://www.ogbus.ru/authors/Andreykina/Andreykina_1.pdf (дата обращения: 3.10.16).

6 Система утилизации и использования попутного нефтяного газа: пат. № 2472923 Рос. Федерация.

7 Федосов А.В., Закирова З.А. Обеспечение безопасности объектов нефтегазовой отрасли: современные датчики утечки газа //Экологические проблемы нефтедобычи: сб. тр. /Всерос. конф. Уфа, 2010. С. 326.

8 АскарOVA А.А., Гилязов А.А. Обеспечение транспортной безопасности при перевозке опасных грузов //67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. материалов. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. Кн.2. С. 516.

9 Способ переработки газа при разработке нефтегазовых месторождений и комплекс оборудования для его осуществления (прототип): пат. Рос. Федерации № 2319083.

References

1 Kirjushin P.A., Knizhnikov A.Ju. Analiticheskij doklad ob jekonomicheskikh i jekologicheskikh izderzhkah szhiganiya poputnogo neftjanogo gaza v Rossii. M.: WWF, 2013. S. 90. [in Russian].

2 Fedosov A.V., Ju.R. Abdrahimov.Ohrana truda na polimernyh proizvodstvah: monografija. Ufa: RIC UGNTU, 2013. S. 138. [in Russian].

3 Abdrahimov Ju.R., Zakirova Z.A., Basirova A.H.. Metody diagnostirovaniya magistral'nyh truboprovodov // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2014. № 4. S. 46-49.[in Russian].

4 Korshak A.A. Osnovy neftegazovogo dela. Ufa: ООО «DizajnPoligrafServis», 2002. S. 544. [in Russian].

5 Andrejkina L.V. Sostav, svojstva i pererabotka poputnyh neftjanyh gazov mestorozhdenij Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. kand. tehn. nauk, 2005. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Andreykina/Andreykina_1.pdf (data obrashhenija: 3.10.16). [in Russian].

6 Sistema utilizacii i ispol'zovaniya poputnogo neftjanogo gaza: pat. № 2472923 Ros.Federacija. [in Russian].

7 Fedosov A.V., Zakirova Z.A. Obespechenie bezopasnosti ob#ektov neftegazovoj otrasli: sovremennye datchiki utechki gaza //Jekologicheskie problemy neftedobychi: sb. tr. /Vseros. konf. Ufa, 2010. S. 326. [in Russian].

8 Askarova A.A., Giljazov A.A. Obespechenie transportnoj bezopasnosti pri perevozke opasnyh gruzov //67-ja nauchno-tehnicheskaja konferencija studentov, aspirantov i molodyh uchenyh UGNTU: sb. materialov. Ufa: Izd-vo UGNTU, 2016. Kn.2. S. 516. [in Russian].

9 Sposob pererabotki gaza pri razrabotke neftegazovyh mestorozhdenij i kompleks oborudovaniya dlja ego osushhestvlenija (prototip): pat. Ros. Federacii № 2319083. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Аскарова А. А., студент гр. МБП01-16-01, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

A. A. Askarova, Student of MBP01-16-01 Group, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: btb-eng@yandex.ru

Савичева Ю.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Yu. N. Savicheva, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, of the Chair «Production Safety and Labor Protection», FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: ufa.savjulia@gmail.com