

УДК 622.276

**ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОЙ УТИЛИЗАЦИИ  
ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РОССИИ**

**EFFICIENT UTILIZATION  
OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS IN RUSSIA**

**Г.Р. Шаймарданова, Г.А. Шагиева**

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

**Gulshat R. Shaimardanova, Guzel A. Shagieva**

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

**e-mail: Gulshat.tnz@mail.ru**

**Аннотация.** Попутный нефтяной газ (ПНГ) представляет собой смесь легких углеводородов и неуглеводородных составляющих, таких как гелий, аргон, сероводород, азот, углекислый газ и других, которые под давлением растворены в нефти и выделяются из нее, когда нефть извлекают на поверхность.

ПНГ является ценным сырьем для нефтехимической и энергетической промышленности. В химической промышленности он применяется для получения бутиленов, пропиленов, бутадиена. Эти вещества используются в производстве пластмасс и каучука.

Проблема эффективного использования попутного нефтяного газа входит в число основных экологических проблем. Утилизация попутного нефтяного газа в факелах составляет примерно 1 % от всех мировых выбросов парникового углекислого газа, что, в свою очередь, приводит к глобальному потеплению и таянию арктических льдов. Поступающие в окружающую среду продукты сгорания попутного газа оказывают

отрицательное воздействие на нормальное функционирование человеческого организма на физиологическом уровне. Кроме того, безвозвратно теряются ценные невозобновляемые ресурсы, а нефтедобывающие компании платят огромные штрафы.

Причиной сложившейся ситуации является то, что ПНГ до недавнего времени считался не ценным ресурсом, а побочным продуктом нефтедобычи, при этом наиболее выгодным и легким способом его утилизации было факельное сжигание на нефтепромыслах. Несмотря на мировую тенденцию к полному прекращению нерационального сжигания газа, Россия остается лидером по объему сжигания ПНГ.

В статье рассмотрены основные нормативно-правовые акты, регулирующие количество сжигаемого ПНГ в России. Приведены статистические данные об утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации в динамике 2000-2017 гг., опубликованные в статистическом сборнике «ТЭК России – 2017». Описаны основные способы полезного использования этого ценного ресурса и названы проблемы, связанные с их реализацией.

**Abstract.** Associated petroleum gas (APG) is a mixture of light hydrocarbons and non-hydrocarbon components, such as helium, argon, hydrogen sulfide, nitrogen, carbon dioxide and others, which are dissolved under pressure and released from the oil when oil is extracted to the surface.

APG is a valuable raw material for the petrochemical and energy industries. In the chemical industry, it is used to produce butylenes, propylene, butadiene. These substances are used in the manufacture of plastics and rubber.

The problem of efficient use of associated petroleum gas is among the main environmental problems. Associated gas utilization in flares accounts for approximately 1 % of all global greenhouse carbon dioxide emissions, which, in turn, leads to global warming and melting of Arctic ice. Combustion of associated gas entering the environment has a negative effect on the normal functioning of

the human body at the physiological level. In addition, valuable non-renewable resources are irretrievably lost, and oil companies pay huge fines.

The reason for this situation is that until recently, APG was considered not a valuable resource, but a by-product of oil production, with flaring in oil fields being the most profitable and easy way to utilize it. Despite the global trend towards the complete cessation of irrational gas flaring, Russia remains the leader in terms of APG flaring.

The article discusses the main regulations governing the amount of combusted APG in Russia. The statistical data on the utilization of associated petroleum gas in the Russian Federation in the dynamics of 2000–2017, published in the statistical collection «Fuel and Energy Complex of Russia – 2017» are presented. The main ways of beneficial use of this valuable resource are described and the problems associated with their implementation are named.

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, переработка, сжигание ПНГ, экология, способы утилизации ПНГ

**Key words:** associated petroleum gas, processing, APG flaring, ecology, APG utilization methods

Попутный нефтяной газ (ПНГ) представляет собой смесь легких углеводородов и неуглеводородных составляющих, таких как гелий, аргон, сероводород, азот, углекислый газ и другие, которые под давлением растворены в нефти и выделяются из нее, когда нефть извлекают на поверхность.

ПНГ является ценным сырьем для нефтехимической и энергетической промышленности. В химической промышленности он применяется для получения бутиленов, пропиленов, бутадиена. Эти вещества используются в производстве пластмасс и каучука.

В настоящее время эффективное использование ПНГ входит в число основных экологических проблем. Примерно 1 % всех мировых выбросов

парникового углекислого газа выделяется в атмосферу при утилизации попутного нефтяного газа в факелах, что, в свою очередь, приводит к глобальному потеплению и таянию арктических льдов. Поступающие в окружающую среду продукты сгорания попутного газа оказывают отрицательное воздействие на нормальное функционирование человеческого организма на физиологическом уровне. Кроме того, безвозвратно теряются ценные невозобновляемые ресурсы, а нефтедобывающие компании платят огромные штрафы.

Причиной сложившейся ситуации является то, что ПНГ до недавнего времени считался не ценным ресурсом, а побочным продуктом нефтедобычи, при этом наиболее выгодным и легким способом его утилизации было факельное сжигание на нефтепромыслах. Несмотря на мировую тенденцию к полному прекращению нерационального сжигания газа, Россия остается лидером по объему сжигания ПНГ [1, 2].

До вступления в силу в 2004 году Киотского протокола, который включает требование использования попутного нефтяного газа, к проблеме утилизации ПНГ в Российском государстве практически не присматривались. Ситуация начала меняться, когда в 2009 году постановлением правительства РФ было предписано сжигать в факелах не более 5 % выделяющегося при добыче ПНГ.

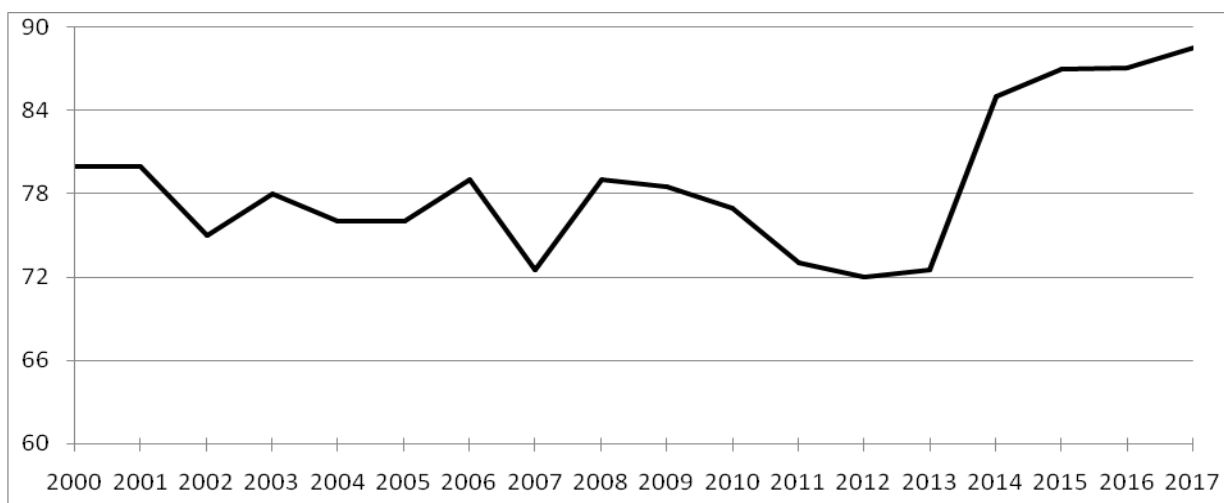
В 2012 г. в силу вступило Постановление Правительства РФ № 1148 от 08.11.2012 «Об особенностях исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферный воздух загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа». В результате введения нормативного показателя нефтяные компании всерьез занялись проблемой рационального использования ПНГ.

В 2015 г. Президент Всемирного банка Джим Ён Ким и Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун сообщили о начале реализации совместной инициативы (Zero Routine Flaring by 2030 Initiative), задача которой

состоит в прекращении факельного сжигания нефтяного газа. Инициативу поддерживают правительства, нефтяные компании и организации, которые согласны, что сжигание ПНГ в факелах нерационально по отношению к природопользованию и охране окружающей среды, и которые готовы сотрудничать с целью прекращения факельного сжигания попутного нефтяного газа не позднее 2030 года.

Эту инициативу поддержали 77 нефтегазовых компаний, а также правительства и институты развития. А в 2017 г. компании «Лукойл» и «Газпром нефть» стали первыми российскими компаниями, кто присоединился к инициативе [3].

Согласно данным Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации, в 2017 году уровень эффективного использования ПНГ в России составил 88,5 %, что на 1,4 пункта выше уровня 2016 г. На рисунке 1 представлены данные по уровню утилизации попутного нефтяного газа в России в 2000-2017 годах, опубликованные в статистическом сборнике «ТЭК России – 2017».



**Рисунок 1.** Утилизация ПНГ в России в динамике 2000-2017 гг. [4]

При этом существует проблема достоверности информации о размерах добычи и утилизации ПНГ. Согласно статистическим данным, полученным с помощью методов дистанционного зондирования Земли, в стране наблюдается существенный рост объема сжигания попутного газа.

Одной из причин расхождения этих данных является недостаток системы измерения и учета нефтяного газа в России. Во всяком случае, необходимо увеличивать количество мероприятий, направленных на повышение эффективного использования ПНГ и доведение этого показателя до 100 % [3].

Выбор варианта утилизации нефтяного газа зависит от многих факторов, но основными среди них являются гарантированная эффективность производственно-технологического процесса и наличие рынка сбыта конечной продукции по оптимальной цене.

Одним из способов утилизации попутных нефтяных газов является обратная закачка газа в пласт с целью поддержания пластового давления и повышения нефтеотдачи.

Технологии газового и водогазового воздействия на пласт нашли применение за рубежом и на ряде отечественных месторождений. Все они свидетельствуют о высоких возможностях повышения нефтеотдачи (на 6–15 %) по широкому диапазону геологических запасов по структуре и продуктивности.

Водогазовое воздействие представляет собой совместную закачку воды из системы поддержания пластового давления (ППД) и углеводородного газа из газлифтной системы. В большинстве случаев газ высокого давления может подаваться в нагнетательную скважину по водопроводной трубе системы ППД.

Метод газового воздействия может использоваться, когда давление и температура в пласте таковы, что газ и нефть представляют собой две разные фазы. Благодаря эффекту гравитации газ образует газовую шапку и проталкивает нефть в направлении добывающих скважин, низ которых обычно расположен ниже границы раздела «нефть – газ» в забое. Метод газового воздействия используют также и в случае, когда давление и температура в пласте обеспечивают растворение закачиваемого газа в нефти, при этом нефть становится менее вязкой [5].

Другой путь утилизации нефтяных газов – использование для получения электроэнергии, вырабатываемой автономными газопоршневыми или газотурбинными электростанциями. Полученная электроэнергия частично используется для собственных и технологических нужд, а излишки направляются по высоковольтным воздушным линиям электропередачи в ближайшую энергосистему.

Этот способ использования ПНГ оказывается экономически разумным в той ситуации, когда промыслы находятся в районах с плохо развитой инфраструктурой и необходимость в обеспечении нефтепромыслов электроэнергией вызывает значительные трудности. При таком способе утилизации ПНГ экологические риски выше по сравнению с генерацией электроэнергии на электростанциях, работающих на природном газе. Это связано с присутствием широких фракций легких углеводородов в составе нефтяного газа, которое приводит к повышенному выбросу сажи.

Широкому внедрению данного способа использования ПНГ препятствует неразвитая инфраструктура в отдаленных районах, что затрудняет передачу электроэнергии потенциальным потребителям. Создание такой инфраструктуры сопровождается значительными вложениями, делающими генерацию электроэнергии экономически неэффективной [1, 5–7].

Большой интерес вызывают процессы химической переработки природного и попутного газов в жидкие углеводородные продукты. Целесообразно решать проблему утилизации ПНГ, используя модульные установки многоцелевого назначения по переработке ПНГ по технологии GTL для получения ряда органических продуктов. GTL расшифровывается как «gastoliquid» – «газ в жидкость». Данная технология позволяет превращать метан в различную продукцию: олефины, масла, синтетическое бензиновое и дизельное топливо. Синтетическое жидкое топливо получают по схеме, состоящей из трех стадий: получение синтез-газа, синтез углеводородов из CO и H<sub>2</sub> по методу Фишера-Тропша,



гидрооблагораживание продуктов. Однако производство метанола и высокооктанового бензина возможно лишь при наличии развитой сети целевых потребителей и способов транспортировки полученных продуктов. Привлекательным является способ переработки попутных газов в смесь углеводородов бензинового ряда – аналог газового конденсата. Возврат полученного конденсата в трубопровод позволяет повысить степень полезного использования нефтяной скважины [8, 9].

Неразвитая сеть промысловых и магистральных трубопроводов, отсутствие автомобильных дорог, железных дорог не способствуют внедрению переработки газа на месторождениях. Кроме того, промысловые установки должны отвечать специфическим условиям разработки месторождения, а именно:

- изменение объёмов сырья, поступающего на переработку, в зависимости от периода разработки месторождения, а зачастую и времени года;
- непостоянство состава сырья, поступающего на переработку;
- изменение количества и состава примесей, поступающих с сырьём в процессе разработки месторождения.

При проектировании установок по переработке ПНГ должны учитываться индивидуальные характеристики каждого месторождения, такие как: газовый фактор, объем добычи нефти и ее свойства, состав попутного нефтяного газа, стадия разработки месторождения, удаленность месторождения от центров потребления продуктов переработки газа, уровень развития инфраструктуры. Кроме того, газоперерабатывающие установки должны обладать повышенной гибкостью, маневренностью и надёжностью [10].

Сегодня организации, которые занимаются утилизацией ПНГ на месторождениях, прибегают, в основном, к транспорту ПНГ на существующие газоперерабатывающие заводы (ГПЗ) и выработке электроэнергии. И эти способы хорошо изучены и широко применяются.



Переработка ПНГ на ГПЗ – самый удобный вариант (если ГПЗ расположен вблизи от места добычи), а производство электроэнергии – это один из наиболее практичных способов утилизации ПНГ (если месторождение удалено от существующих энергосетей). Этот вариант позволяет хотя бы частично решить проблему утилизации газа и вернуть вложенные в проект деньги, получив при этом прибыль за счет сокращения затрат на покупку электроэнергии.

Подготовка ПНГ осуществляется на установке подготовки газа, состоящей из сырьевой компрессорной станции и блока низкотемпературной сепарации. Экономически целесообразно осуществлять только обработку газа до требуемой кондиции, а получаемый жидкий продукт – нестабильный газовый конденсат – отправлять на переработку на установку переработки нефти (УПН) для совместной переработки с нефтью [11].

Себестоимость попутного нефтяного газа первоначально превышает себестоимость природного газа, что объясняется высокими капитальными вложениями в строительство объектов сбора, транспортировки и подготовки, а также спецификой добычи ПНГ: многократно меньшим дебитом по сравнению со скважинами природного газа, низким давлением по газу нефтяных скважин, высоким содержанием сернистых соединений, жидких углеводородов и воды. Отмеченные факторы требуют достаточно разветвленной сети сбора газа, многоступенчатой системы компримирования и использования индивидуальных технологических мер по осушке и очистке попутного газа. Все это делает деятельность по эффективному использованию ПНГ для нефтедобывающих компаний малопривлекательной и нерентабельной, а на мелких месторождениях, удаленных от потребителя, экономически неразумной. В итоге огромные объемы ПНГ сжигаются в факелах.

Совершенствование технологий утилизации ПНГ позволит России производить в год дополнительно 6 млн т жидких углеводородов,

4 млрд м<sup>3</sup> этана, до 20 млрд м<sup>3</sup> сухого газа, а также генерировать 70 тысяч ГВт электрической энергии. Налаживание работы по эффективной утилизации ПНГ – это не только способ решения экологических проблем и задач экономии энергоресурсов, но и база для учреждения целой отрасли, стоимость которой на национальном уровне, по самым скромным подсчётам, оценивается специалистами в полтора десятка миллиардов долларов [12].

## **Выводы**

Сжигание ПНГ на факелах – сжигание ценнейшего углеводородного сырья, которое можно полезно использовать как в нефтехимической промышленности, так и в энергетической промышленности. Кроме того, непродуктивное использование ПНГ усугубляет глобальные экологические проблемы: нарушение озонового слоя, кислотные дожди, парниковый эффект, таяние арктических льдов и другие.

В статье рассмотрены основные нормативно-правовые акты, регулирующие количество сжигаемого ПНГ в России. Приведены статистические данные об утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации в динамике 2000-2017 года, опубликованные в статистическом сборнике «ТЭК России – 2017». Описаны основные способы полезного использования этого ценного ресурса и названы проблемы, связанные с их реализацией.

## **Список используемых источников**

1. Кирюшин П.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В., Пузанова Т.А., Уваров С.А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!». Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. 88 с.

2. Ахметов Р.Ф., Герасимова Е.В., Сидоров Г.М., Евтюхин А.В. Усовершенствование схемы фракционирования попутного нефтяного газа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-19365> (дата обращения: 12.05.2018).

3. Россия стала мировым лидером по снижению объемов сжигания ПНГ. URL: <https://wwf.ru/resources/news/zelenaya-ekonomika/rossiya-stala-mirovym-liderom-po-snizheniyu-obemov-szhiganiya-png/> (дата обращения: 12.05.2018).

4. Статический сборник «ТЭК-2017». URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/17267.pdf> (дата обращения: 12.05.2018).

5. Аكوпова Г.С., Попадько Н.В., Шарихина Л.В., Митяева Л.А. Экологические аспекты утилизации попутного нефтяного газа // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2008. № 8. С. 61-68.

6. Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М., Ильин Р.Д. Использование эффекта Ранка-Хильша в процессе фракционирования попутного нефтяного газа // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. С. 13-14.

7. Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М. Газодинамический метод разделения газовых смесей // 66-я науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. матер. конф. Уфа, 2015. С. 47.

8. Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М., Рахимов М.Н., Шириязданов Р.Р., Давлетшин А.Р., Теляшев Э.Г., Каримова А.Р. Анализ способов переработки попутного нефтяного газа // Наука и техника в газовой промышленности. 2015. № 1 (61). С. 38-44.

9. Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М., Вильданов Ф.Ш., Беркань В.О. Совершенствование процесса выделения бензиновых фракций из попутного нефтяного газа с применением эффекта Ранка-Хилша // Башкирский химический журнал. 2015. Т. 22, № 3. С. 73-78.

10. Книжников А.Ю., Ильин А.М. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России. М., 2017. 32 с.

11. Коржубаев А.Г., Савельева А.В., Ламерт Д.А. Попутный газ в России: проблемы и перспективы // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2012. № 5. С. 8-13.

12. Попутный нефтяной газ (ПНГ). URL: [http://neftegaz.ru/tech\\_library/view/4055/](http://neftegaz.ru/tech_library/view/4055/) (дата обращения: 15.05.2018).

## References

1. Kiryushin P.A., Knizhnikov A.Yu., Kochi K.V., Puzanova T.A., Uvarov S.A. *Poputnyi neftyanoi gaz v Rossii: «Szhigat' nel'zya, pererabatyvat'!»* [Associated Oil Gas in Russia: It Is Impossible to Burn, to Process!]. *Analiticheskii doklad ob ekonomicheskikh i ekologicheskikh izderzhkakh szhiganiya poputnogo neftyanogo gaza v Rossii* [Analytical Report on Economic and Environmental Costs of Associated Gas Combustion in Russia]. Moscow, WWF, 2013. 88 p. [in Russian].

2. Akhmetov R.F., Gerasimova E.V., Sidorov G.M., Evtyukhin A.V. *Usovershenstvovanie skhemy fraktsionirovaniya poputnogo neftyanogo gaza* [Improvements to the Scheme of Fractionation of Associated Gas]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*, 2015, No. 1. Available at: <http://www.science-education.ru/121-19365> (accessed 12.05.2018). [in Russian].

3. *Rossiya stala mirovym liderom po snizheniyu ob'emov szhiganiya PNG* [Russia Became the World Leader on Reduction of Associated Gas Flaring]. Available at: <https://wwf.ru/resources/news/zelenaya-ekonomika/rossiya-stala-mirovym-liderom-po-snizheniyu-obemov-szhiganiya-png> (accessed 12.05.2018). [in Russian].

4. *Staticheskii sbornik «TEK-2017»* [Statistic Collection «TEK-2017»]. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/17267.pdf> (accessed 12.05.2018). [in Russian].

5. Akopova G.S., Popad'ko N.V., Sharikhina L.V., Mityaeva L.A. Ekologicheskie aspekty utilizatsii poputnogo neftyanogo gaza [Environmental Aspects of Associated Petroleum Gas Utilization]. *Zashchita okruzhayushchei strada v neftegazovom komplekse – Environmental Protection in Oil and Gas Complex*, 2008, No. 8. pp. 61-68. [in Russian].

6. Akhmetov R.F., Sidorov G.M., Il'in R.D. Ispol'zovanie effekta Ranka-Khil'sha v protsesse fraktsionirovaniya poputnogo neftyanogo gaza [Use of the Rank-Hilsh Effect in the Process of Fractionation of Associated Petroleum Gas]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye voprosy v nauchnoi rabote i obrazovatel'noi deyatel'nosti»* [Materials of the International Scientific-Practical Conference «Topical Issues in Scientific Work and Educational Activities»]. Tambov, Ucom consulting company, 2014. pp. 13-14. [in Russian].

7. Akhmetov R.F., Sidorov G.M. Gazodinamicheskii metod razdeleniya gazovykh smesei [Gas-Dynamic Method of Gas Mixtures Separation]. *Materialy konferentsii «66-ya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh UGNTU»* [Materials of the Conference «66th Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists of USPTU»]. Ufa, 2015. 47 p. [in Russian].

8. Akhmetov R.F., Sidorov G.M., Rakhimov M.N., Shiriyazdanov R.R., Davletshin A.R., Telyashev E.G., Karimova A.R. Analiz sposobov pererabotki poputnogo neftyanogo gaza [Analysis of Associated Petroleum Gas Processing Methods]. *Nauka i tekhnika v gazovoi promyshlennosti – Science & Technology in the Gas Industry*, 2015, No. 1 (61), pp. 38-44. [in Russian].

9. Akhmetov R.F., Sidorov G.M., Vil'danov F.Sh., Berkan' V.O. Sovershenstvovanie protsessa vydeleniya benzinovykh fraktsii iz poputnogo neftyanogo gaza s primeneniem effekta Ranka-Khil'sha [Improving the Process of Allocation Gasoline Fractions from Associated Petroleum Gas with Ranque-Hilsch Effect]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2015, Vol. 22, No. 3, pp. 73-78. [in Russian].

10. Knizhnikov A.Yu., Il'in A.M. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya poputnogo neftyanogo gaza v Rossii* [Problems and Prospects of Associated Gas Use in Russia]. Moscow, 2017. 32 p. [in Russian].

11. Korzhubaev A.G., Savel'eva A.V., Lamert D.A. *Poputnyi gaz v Rossii: problemy i perspektivy* [Associated Gas in Russia: Problems and Prospects]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom – Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex*, 2012, No. 5. pp. 8-13. [in Russian].

12. *Poputnyi neftyanoi gaz (PNG)* [Associated Petroleum Gas (APG)]. Available at: [http://neftegaz.ru/tech\\_library/view/4055/](http://neftegaz.ru/tech_library/view/4055/) (accessed 15.05.2018). [in Russian].

### **Сведения об авторах**

#### **About the authors**

Шаймарданова Гульшат Ришатовна, магистрант кафедры «Технология нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Gulshat R. Shaimardanova, Undergraduate Student of Oil and Gas Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: Gulshat.tnz@mail.ru

Шагиева Гузель Азатовна, магистрант кафедры «Технология нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Guzel A. Shagieva, Undergraduate Student of Oil and Gas Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: kaskad@ufanet.ru