

УДК 551.2.05

DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art62

ПРИРОДНАЯ И ТЕХНОГЕННАЯ ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ: НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ И ПУТИ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Шахвердиев А.Х.¹, Ибрагимова И.Ш.², Керимов Ф.Н.³, Гусейнова А.Б.³,
Гусейнова Ш.М.³, Шахвердиев Э.А.⁴, Гусейнов А.Р.⁵

1 – Российская академия естественных наук, 2 – Государственная нефтяная компания
Азербайджанской Республики SOCAR, 3 – Институт нефти и газа Национальной академии
наук Азербайджана, 4 – ООО «ИНТОЙЛ», 5 – Междисциплинарный аналитический центр
при Президиуме Национальной академии наук Азербайджана
E-mail: ah_shah@mail.ru

Аннотация. Парниковый эффект существует с тех пор, как только у Земли появилась атмосфера, но с начала XX века происходит чрезмерное усиление парникового эффекта человечеством в результате сжигания ископаемого топлива. Средняя температура на планете от этого изменяется незначительно, а вот ее колебания становятся гораздо опаснее. Происходит резкое усиление частоты и силы экстремальных погодных явлений – наводнений, засух, сильной жары, тайфунов и многое другое. Поэтому во всем мире возрастает интерес к изучению процессов дегазации земной коры, что вызвано актуальностью исследований баланса основных парниковых газов – диоксида углерода и метана, а также других «рукотворных», точнее антропогенных газов синтезированных человеком. При исследовании баланса парниковых газов CH_4 и CO_2 необходимо учитывать их эмиссию в том числе из нефтегазовых залежей, а также из локальных, но активных систем газовой разгрузки – грязевые вулканы, геотермальные системы, водоминеральные и другие источники.

В докладе основное внимание сфокусировано на стоке природных или естественных парниковых газов в атмосферу такими естественными геологическими источниками, как грязевые вулканы.

В качестве техногенной эмиссии парниковых газов интерес представляет попутный нефтяной газ (ПНГ). Особую актуальность приобретает проблема утилизации попутно добываемого нефтяного газа и его нерациональное использование. Проблемы испарения, рассеивания и сжигания ПНГ на факелах и вопросы его рационального использования уже многие годы находятся на пике регионального и мирового общественного внимания. По оценкам Всемирного банка, каждый год на факелах сжигается более 140–170 млрд. кубометров газа, что, безусловно, наносит значительный вред окружающей среде,

приводит к бесполезному расходованию энергоресурсов, к росту выбросов углекислого газа и выражается в миллиардах долларов упущенной выгоды.

Подписанный более 180 странами Киотский протокол, в том числе ратифицированный Российской Федерацией в Федеральном законе №128-ФЗ «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменениях климата» и другие международные соглашения тому подтверждение.

В докладе представлены результаты исследований природных и техногенных источников эмиссии парниковых газов, преимущественно на объектах Российской Федерации, Азербайджанской Республики и Республики Казахстан.

Ключевые слова: парниковые газы, грязевые вулканы, попутный нефтяной газ, антропогенные источники эмиссии, метан, углекислый газ, коэффициенты пересчета парникового эффекта, технологии рационального использования парниковых газов, метод оценки объема эмиссии метана.

NATURAL AND TECHNOGENIC EMISSION OF GREENHOUSE GASES: NEGATIVE CONSEQUENCES FOR ECOSYSTEMS AND WAYS OF THEIR MITIGATION

Shahverdiyev A.Kh.¹, Ibragimova I.Sh.², Kerimov F.N.³, Huseynova A.B.³,
Huseynova Sh.M.³, Shakhverdiyev E.A.⁴, Huseynov A.R.⁵

1 – Russian Academy of Natural Sciences, 2 – State Oil Company of Azerbaijan Republic SOCAR, 3 – Institute of Oil and Gas of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, 4 – INTOIL LLC, 5 – Presidium of the National Academy of Sciences of Azerbaijan
Interdisciplinary Analytical Center
E-mail: ah_shah@mail.ru

Abstract. The greenhouse effect exists since the time when the Earth had an atmosphere, but since the beginning of the 20th century there has been an excessive increase in the greenhouse effect by mankind as a result of burning fossil fuels. The average temperature on the planet does not change much, but its fluctuations become much more dangerous. There is a sharp increase in the frequency and intensity of extreme weather events – floods, droughts, extreme heat, typhoons, and much more. Therefore, worldwide interest in studying the processes of Earth's crust degassing is growing, which is caused by the relevance of into the main greenhouse gases (carbon dioxide and methane, as well as other «man-made» gases) balance research. When studying the balance of greenhouse gases CH₄ and CO₂, it is necessary to take into account their emission from oil and gas deposits, as well as from local, but active gas-discharge systems – mud volcanoes, geothermal systems, mineral water and other sources.

The report focuses on the flow of natural greenhouse gases into the atmosphere from natural geological sources such as mud volcanoes.

Associated petroleum gas (APG) is an interesting source of greenhouse gases technogenic emission. Of particular relevance is the problem of produced gas utilization and its irrational use. The problems of evaporation, dispersion and flaring of APG and the issues of its rational use have been at the peak of regional and global public attention for many years. According to the World Bank estimates, more than 140–170 billion cubic meters of gas are flared each year, which certainly causes significant environmental damage, leads to wasteful use of energy resources, increases carbon dioxide emissions and is expressed in billions of dollars in lost profits.

The Kyoto Protocol signed by more than 180 countries, including the one ratified by the Russian Federation in Federal Law No. 128-FZ «On ratification of the Kyoto Protocol to the UN Framework Convention on Climate Change» and other international agreements, is a confirmation of this.

The report presents the results of natural and man-made sources of greenhouse gas emissions studies, mainly at the facilities of the Russian Federation, the Azerbaijan Republic and the Republic of Kazakhstan.

Keywords: greenhouse gases, mud volcanos, associated petroleum gas, anthropogenic sources of emission, methane, carbon dioxide, greenhouse effect recalculating coefficients, technologies of greenhouse gases rational use, methane emission volume estimation method.

Естественные выходы метана

Источники метана подразделяется на биогенный, бактериальный (микробный), термогенный и абиогенный. В тоже время, источники стока метана в атмосферу также подразделяются на два типа: естественные - болота, тундра, водоемы, насекомые главным образом термиты, метангидраты, геохимические процессы, и не последнее место в этом ряду занимает дегазация Земли и антропогенные – рисовые поля, шахты, потери при добыче нефти и газа, горение биомассы, свалки и многое другое [1–5].

Выделяют две основные категории геологических источников поступления метана в атмосферу – это процесс образования углеводородов в осадочных бассейнах и геотермальные или вулканические выбросы. В тоже время первую категорию можно условно разделить на четыре группы, включающие: а) грязевые вулканы на суше; б)

просачивания на суше, не связанные с грязевыми вулканами; в) макро- выходы на суше; и г) морские, подводные макро- выходы, в том числе и морские грязевые вулканы (Рис.1).

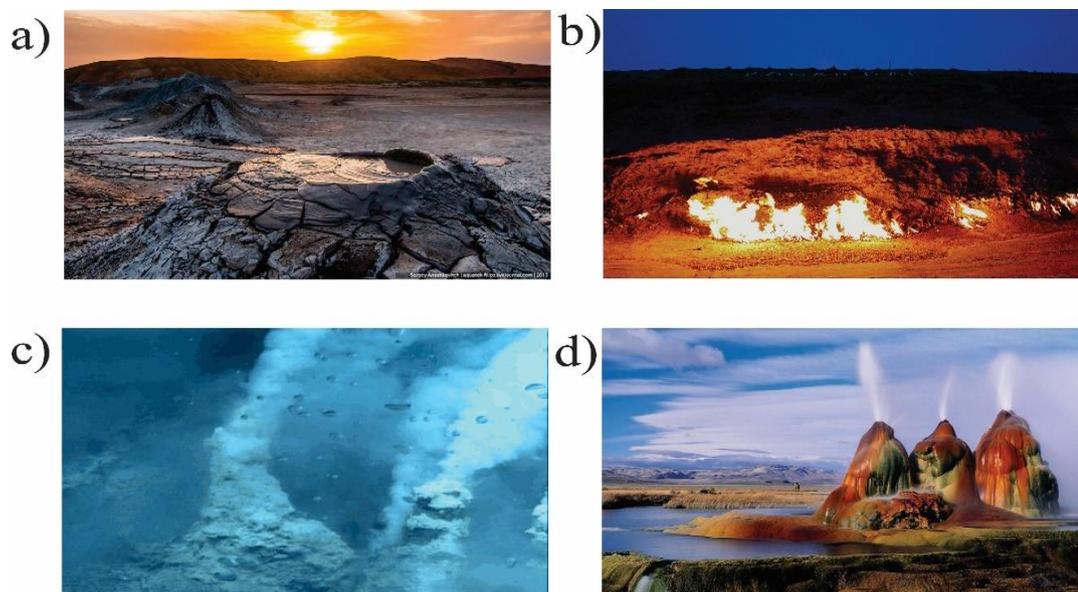


Рис.1. а) грязевый вулкан (Азербайджан); б) Янардаг (Азербайджан); с) подводные макро-выходы; д) макро-выходы на суше (гейзеры Новой Зеландии)

На территории Азербайджана, примыкающей к западному побережью Каспийского моря расположено более 400 грязевых вулканов (Рис.2).

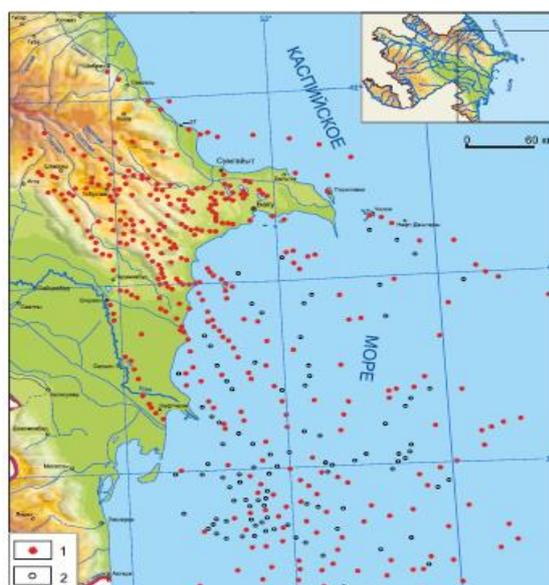


Рис.2. Карта расположения грязевых вулканов Азербайджана

Грязевые вулканы характеризуются периодичностью извержений, во время которых на дневную поверхность выносятся огромные объемы не только брекчии с

разными размерами обломков пород различного возраста, пара, но и газа. Выброс газа представляет собой столб пламени высотой несколько сот метров и порядка нескольких десятков метров в диаметре. По данным [1,2,4.] объемы выбрасываемого газа в атмосферу при извержениях грязевых вулканов оцениваются от $2 \cdot 10^7$ до $5 \cdot 10^8$ м³. Следует отметить, также и тот факт, что выброс газовой фазы в атмосферу грязевыми вулканами производится не только во время их извержений, но и в состоянии покоя. Это происходит в следствии грифонно-сальзовой деятельности большинства грязевых вулканов Азербайджана. Так, грязевой вулкан Большой Кянизадаг извергался 7350 раз, Торагай – 6860 раз, Дашмардан – 1250 раз, Дашгиль – 550 раз, что в свою очередь делает возможным подсчитать приблизительные объемы газа, которые поступили в атмосферу в результате их извержений.

Газы грязевых вулканов Азербайджана представляют собой углеводородные газы - содержание метана в которых варьирует от 79% до 98%, с небольшим количеством этана, пропана, бутана, пентана и других не углеводородных газов CO₂ (0,54% - 10,3%), N₂, H₂S, Ar и He.

По оценке специалистов, из 354 грязевых вулканов, расположенных на суше, на территории Азербайджана, в атмосферу выбрасывается порядка 1 млрд. м³, включая выбросы газа в периоды извержения.

Прямой замер дебита газовых струй возможен только в спокойном режиме эманации. Подобные работы были проведены на одном из самых крупных грязевых вулканов Азербайджана - Дашгиль.

На рисунке 3 показана общая схема грязевого вулкана, а также установленное оборудование для проведения мониторинга, одной из целей которого было оценить объемы выделяющегося метана в атмосферу.

Согласно данным которые были получены в ходе мониторинга на грязевом вулкане Дашгиль, в результате эмиссии двух озер одного только Дашгиля в атмосферу попадает порядка 0,00015 Тг метана.

В пределах Азербайджана необходимо более детальное изучение и оценка объемов выброса метана в атмосферу грязевыми вулканами, как это было сделано на грязевом вулкане Дашгиль.

Техногенная эмиссия парниковых газов

Не секрет, что нерациональное сжигание ПНГ наносит ощутимый вред экосистеме: во-первых, в регионах добычи нефти в атмосферу выбрасываются в больших количествах загрязняющие вещества, во-вторых, в планетарном масштабе усиливается парниковый эффект, что является давно признанным фактом [6-10].

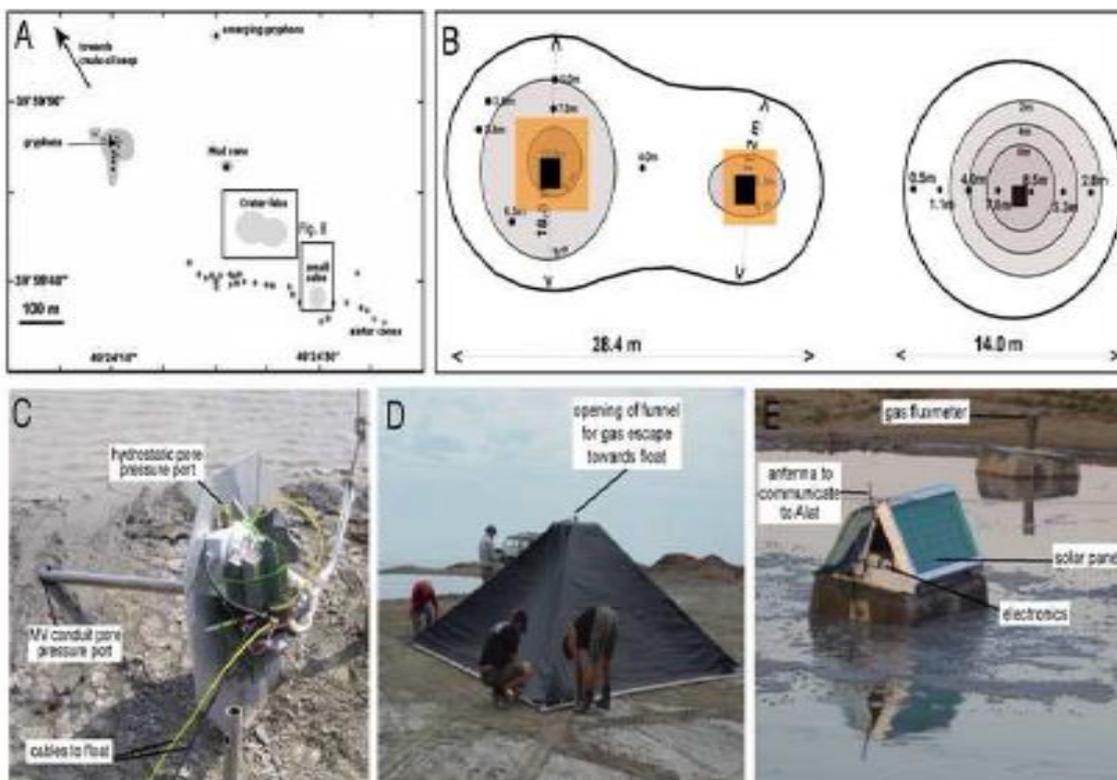


Рис.3. Долгосрочная установка на двух озерах грязевого вулкана Дашгиль: (А, В) карты области кратерного поля грязевого вулкана Дашгиль и батиметрия двух сальз; оранжевый квадрат показывает площадь, покрытую погруженными газовыми воронками «палатки», черный квадрат представляет собой поток газа на озере. (С) Пьезо-копье, развернутое на более глубокой (слева на рис. В) части большой сальзы; (D) «палатка», состоящая из алюминиевой рамы, покрытой ПВХ-пленкой, для пропускания метана из озера; (Е) плавает на большой сальзе

Парниковый эффект вызывается парниковыми газами – водяным паром, углекислым газом, метаном, закисью азота и рядом других газов, концентрация которых в атмосфере незначительна. Кроме того, при добыче, транспортировке и переработке попутного газа происходят его испарения, утечки и рассеивание в атмосфере, и эти потери не учитываются.

В табл. 1 приведены коэффициенты пересчета для газов, которые оказывают наибольший антропогенный эффект в стационарных и автомобильных кондиционерах, в электротехнике и промышленности. Также в атмосферу попадает много CF_4 и C_2F_6 , которые образуются в процессе выплавки алюминия. Полный список газов очень велик и

постоянно дополняется, так как человек для тех или иных целей синтезирует все новые газы.

Таблица 1. Коэффициенты пересчета парникового эффекта, вызываемого различными газами, в единицы CO₂-эквивалента [10].

Парниковый газ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC – 134a	SF ₆	CF ₄	C ₂ F ₆
Время нахождения в атмосфере, лет	≈100	9-15	120	15	3200	50 000	10 000
Коэффициент (т газа/ т CO ₂) при расчете парникового эффекта за 100 лет	1	21	310	1300	23 900	6500	9200

На важность и нерешенность проблемы нерационального использования ПНГ обратила внимание Счетная палата Российской Федерации. В аналитической записке по итогам экспертно-аналитического мероприятия «Оценка величины экономического и экологического ущерба от сжигания нефтяного попутного газа и оценка затрат на мероприятия, позволяющая обеспечить доведение уровня утилизации нефтяного попутного газа в Российской Федерации до 95% в 2012 году», направленной председателю Совету Федерации Федерального Собрания Российской Федерации приходит к неутешительному заключению: «Таким образом установить точный объем добычи НПГ в Российской Федерации в рамках данного аналитического мероприятия не представляется возможным, так как официальная статистика не опирается на точные инструментальные замеры объемов добычи НПГ и его утилизации. Все данные носят расчетный, приблизительный характер в связи с отсутствием приборов учета на практически всех без исключения нефтепромыслах». Очевидно поэтому, согласно несовместимой статистике, представленной на рис.4 с 1995 по 2007 год в России сжигали ПНГ больше чем добывали, а последующие годы, с 2008 по 2016 годы наблюдается кратное увеличение добычи ПНГ при существенном его сжигании.

Исследования, проведенные по патентным фондам СССР, Российской Федерации, США, фондам Европейской патентной организации (ЕПО-ESPACENT) и фондам Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) за последние 30 лет, позволили рекомендовать использование ПНГ в качестве агента, повышающего нефтеотдачу пластов.

К наиболее эффективным методам технологической утилизации ПНГ относится реализация в первую очередь газовых, водогазовых, термогазовых, реогазохимических и тепловых методов повышения нефтеотдачи залежей жидких углеводородов, включающих повсеместную закачку в пласт ПНГ, двуокиси углерода, углеводородных и дымовых газов. Закачка ПНГ в пласт в качестве агента для повышения нефтеотдачи - самый эффективный, часто единственно эффективный малых и отдаленных для месторождений метод утилизации попутно добываемого нефтяного газа. Установлено, что наиболее перспективным методом повышения нефтеотдачи пластов при различных системах разработки, является закачка в пласт оторочки двуокиси углерода (CO_2), в том числе при его генерации в пластовых условиях.

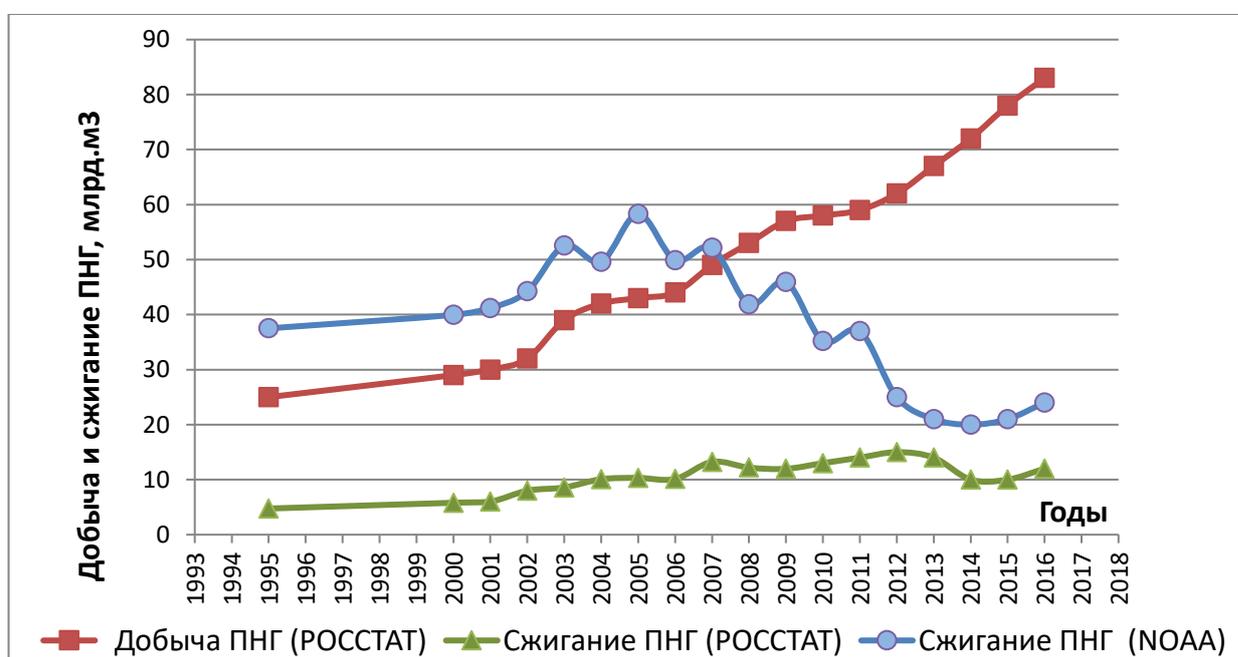


Рис 4. Добыча и сжигание ПНГ

В качестве технологического решения предотвращения потерь легких фракций углеводородов при хранении скважинной продукции в резервуарных батареях предлагается новый способ предохранения нефти и нефтепродуктов от испарения. способе предохранения нефти и нефтепродуктов от испарения при хранении в резервуаре, заключающимся в установке в резервуаре понтона, выполненного в виде полый оболочки, облегающей внутреннюю поверхность резервуара, в полости понтона создают давление и поддерживают его постоянным в процессе заполнения и опорожнения резервуара [9].

При исследовании материалов «Анализ программ по утилизации попутного нефтяного газа, подготовленных нефтяными компаниями Республики Казахстан» по

заказу Глобального партнерства по сокращению сжигания попутного газа (GGFR) под эгидой Всемирного банка удалось обобщить опыт Республики Казахстан в вопросах эффективного решения проблемы сжигания ПНГ. Решение задачи рационального использования ПНГ из месторождений УВ Азербайджанской Республики по оценкам GGFR также соответствует международным стандартам – большая часть перерабатывается на ГПЗ, часть закачивается в пласт для повышения нефтеотдачи.

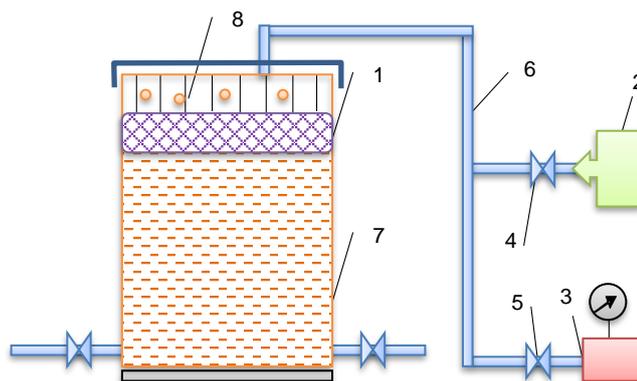


Рис 5. 1 - понтон, 2 - компрессор, 3 - газосборник для сброса давлений, 4, 5 - автоматические регуляторы давления. Понтон с помощью газовой линии 6 через автоматический регулятор давления 4 связан с компрессором 2, а через автоматический регулятор давления 5 – с газосборником 3. Понтон устанавливается в резервуаре 7 и имеет средства 8 для крепления к верхней части резервуара

В настоящее время насущной задачей для многих регионов мира, являются инвентаризация существующих источников парниковых газов, особенно метана, выявление и прогнозирование появления новых источников. Это важно еще и потому, что при экспериментальных измерениях мощностей отдельных источников выявлена значительно меньшая мощность, чем предполагалось. Эти неточности в расчетах в отношении, например, грязевых вулканов связаны с тем, что объем эмиссии метана невозможно подсчитать для вулканов расположенных в море, а на суше существует огромное количество так называемых микросипов, которые также не поддаются оценке.

Отношение к недрам можно образно охарактеризовать как триединство и борьбу органически связанных между собой сторон – государства, гражданского общества, индифферентного к решению проблем недропользования, и недропользователей, по мнению которых, частые изменения «правил игры» и двойные стандарты, применяемые государством, не отвечают требованиям экономических реформ и инвестиционно-инновационного развития сферы недропользования.

Важной составляющей предлагаемых исследований, является практические рекомендации, методические подходы к достоверной оценке объемов добычи и сжигания, испарения и рассеивания ПНГ, а также примеры технологических решений рационального использования парниковых газов.

Гармонизация законодательной и нормативной базы в сфере недропользования, начиная с вопроса установления недровладельцем детальной регламентации лицензионных условий, определения подробного порядка его действий в случае возможного их нарушения и заканчивая строго определенными, не допускающими двойного толкования нормами, устанавливающими административную и уголовную ответственность в сфере нарушения правил недропользования, необходима как никогда.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Aliyev A.A., Guliyev I.S., Belov I.S.* (2002) Catalogue of recorded eruptions of mud volcanoes of Azerbaijan for period of years 1810-2001. Nafta, Baku/Azerbaijan, 88 p.

2. *Achim Kopf, Sylvia Stegmann, Georg Delisle, Behrouz Panahi, Chingiz S. Aliyev, Ibrahim Guliyev* Long-term in situ monitoring at Dashgil mud volcano, Azerbaijan: A link between seismicity, pore pressure transients and methane emission, International Journal of Earth Sciences

3. *Etiopie G., Milkov A.V.* (2004) A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere. *Env. Geol.*, 46, 997-1002.

4. *Judd A.* (2005) Gas emissions from mud volcanoes: Significance for global change In: *Martinelli, G., and Panahi, B. (Eds.), Mud volcanoes, geodynamics and seismicity. NATO Sci. Ser. IV: Dordrecht (Springer), 147-158.*

5. *Aliyev A.A., Guliyev I.S., Dadashev F.G., Rahmanov R.R.* “Atlas of world mud volcanoes”, Nafta-Press, Baku, 2015

6. *Шахвердиев А.Х., Денисов А.В.* Проблема рационального использования попутного нефтяного газа. Вестник РАЕН, том 11, №5, 2011

7. Главное о РКИК ООН и Киотском протоколе//ICF International, 2008.- 72 с.

8. *Книжников А.Ю., Ильин А.Н.* Проблемы и перспективы использования нефтяного попутного газа в России. М.: WWF России, 2017, 34 с.

9. *Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М.* Способ предохранения нефти и нефтепродуктов от испарения при хранении в резервуарах и устройства для его осуществления. Патент РФ №2176978, 2001г.10 с.

10. Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, page 22, http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php