Научно-технический сборник

«Вести газовой науки»

Охрана окружающей среды, энергосбережение и охрана труда в нефтегазовом комплексе. Спецвыпуск

Издается с 2010 г.

ISSN 2306-8949

Учредитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»

Включен в Перечень ВАК российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56652 от 26.12.2013 г.

Главный редактор *Б.А. Григорьев*, член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Зам. главного редактора *В.А. Истомин*, д.х.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
А.Е. Рыжов, к.г-м.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Редакционная коллегия
М.А. Анисимов, д.ф.-м.н., профессор, Мэрилендский университет, США
Б.А. Сулейманов, д.т.н., профессор, Азербайджанская государственная нефтяная академия
В.Н. Башкин, д.б.н., профессор, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
А.Н. Дмитриевский, д.г.-м.н., профессор, академик РАН, Институт проблем нефти и газа РАН
И.Т. Мищенко, д.т.н., профессор, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
А.Н. Шахвердиев, д.т.н., профессор, Азербайджанский технический университет

Научный редактор *Н.Б. Пыстина*, к.э.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Рецензент *Д.Н. Крылов*, д.т.н.

Над номером работали
Ответственный редактор *Т.Г. Осияненко*
Редактор *М.В. Бурова*
Корректор *А.Я. Стефанова*
Перевод *А.Я. Стефанова*
Верстка *Н.А. Владимиров*
Дизайн *И.Ю. Белов*

Адрес редакции 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1.

По вопросам подписки и приобретения обращаться:
Тел./факс: + 7 (498) 657-41-73
E-mail: vesti-gas@vniigaz.gazprom.ru
www.vesti-gas.ru

Подписано в печать 30.11.2017 г. Тираж 500 экз.
Подписной индекс по каталогу ОАО Агентство «Роспечать» № 58685.

Отпечатано в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1.

© ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2017

Цена свободная.

Правообладатель уведомляет о недопустимости полного или частичного воспроизведения и распространения материалов сборника (ст. 1233 и 1255 ч. IV ГК РФ).

Содержание

3 **Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Пыстина Н.Б., Акопова Г.С., Косолапова Е.В.**
Экологическая эффективность производства и использования природного газа на основе оценки полного жизненного цикла

12 **Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Тетеревлев Р.В., Пыстина Е.А.**
Вклад газовой отрасли в формирование энергетической модели на основе водорода

21 **Бердин В.Х., Юлкин Г.М.**
Роль газовой промышленности России в снижении национальных выбросов парниковых газов

25 **Варфоломеев Е.В., Богданов О.И., Быков Д.А., Гильдерман С.А.**
Повышение экономической эффективности природоохранных мероприятий при внедрении наилучших доступных технологий в газовой промышленности

36 **Воронцов М.А., Хворов Г.А.**
Обоснование сопоставимых условий сравнения показателей энергоэффективности на примере промысловых дожимных компрессорных станций

42 **Воронцов М.А., Хворов Г.А., Нурдинова С.А., Маришкин В.А.**
Методические подходы к оценке энергоэффективности технологических процессов добычи газа

50 **Хворов Г.А.**
Анализ реализации потенциала энергосбережения в магистральном транспорте газа ПАО «Газпром» за период 2011–2016 гг.

61 **Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Будников Б.О., Куприна Е.Э., Народицкис А., Зинкевич И.Н., Бабийчук А.И.**
Перспективы развития технологий утилизации буровых отходов в нефтегазодобывающем комплексе

68 **Пыстина Н.Б., Попадько Н.В., Шарихина Л.В., Гусева Т.В., Бегак М.В., Романюк Л.П., Руут Ю.**
Подходы к выбору наилучших доступных технологий, маркерных веществ и технологических показателей для переработки природного и попутного газа

77 **Акопова Г.С., Голушко В.В., Дорохова Е.В.**
Методические основы определения и нормирования технологических потерь природного газа на объектах малотоннажного производства и потребления СПГ

88 **Хохлачев Н.С., Попадько Н.В., Митяева Л.А., Фалин А.Г.**
Оценка устойчивости к токсикантам аэробных гранул активного ила сооружений биологической очистки сточных вод газовой отрасли

94 **Лосик Т.К., Константинов Е.И.**
Физиолого-гигиеническое обоснование применения утеплителя из оленьей шерсти в зимней специальной одежде для работников газового комплекса в Арктике

100 **Теребнев А.В., Емельянов О.Н., Яблоник Л.Р.**
Совершенствование шумоглушителей сбросов газа высокого давления

106 **Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Ильякова Е.Е., Унанян К.Л.**
Методические аспекты восстановления антропогенно трансформированных ландшафтов полуострова Ямал

116 **Ермолов А.А.**
Экологическая безопасность арктических берегов России: углеводородное загрязнение и методы восстановления

125 **Ладыгин К.В.**
Очистка загрязнений на обратноосмотических мембранах с использованием ультразвуковых волн

131 **Старостин К.Г., Клушин В.Н.**
Регенерация углеводородозагрязненных активных углей

135 **Семенов А.М., Оленин А.В., Хохлачев Н.С.**
Окисление нефти в морской среде бактериями – эпифитами бурых водорослей

140 **Сведения об авторах**

144 **Information about the authors**

УДК 504.062:504:064

Подходы к выбору наилучших доступных технологий, маркерных веществ и технологических показателей для переработки природного и попутного газа[1]

Н.Б. Пыстина[1]*, Н.В. Попадько[1], Л.В. Шарихина[1], Т.В. Гусева[2], М.В. Бегак[3], Л.П. Романюк[3], Ю. Руут[4]

[1] ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1
[2] РХТУ имени Д.И. Менделеева, Российская Федерация, 125047, г. Москва, ул. Миусская, д. 9
[3] НИЦЭБ РАН, Российская Федерация, 197110, г. Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д. 18
[4] Hendrikson & Ko, 51003, Эстония, г. Тарту, Raekoja plats, д. 8
* E-mail: N_Pystina@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, технологические показатели, маркерные вещества (показатели), информационно-технический справочник, переработка природного и попутного газа.

Тезисы. Методам идентификации наилучших доступных технологий (НДТ), а также роли маркерных веществ в технологическом нормировании в сфере охраны окружающей среды (ОС) посвящается в последнее время много публикаций. Изучая стандарты и статьи, можно проследить подходы, близкие к тем, что используются в санитарно-эпидемиологических исследованиях, работах в области химии ОС и экологического мониторинга и, наконец, в промышленной экологии. В настоящей статье авторы предлагают анализ особенностей выбора НДТ, маркерных веществ и технологических показателей для переработки природного и попутного газов.

Наилучшие доступные технологии или совокупность технологических, технических и управленческих решений

Наилучшие доступные технологии (НДТ) – концепция интернациональная, над развитием которой работают специалисты многих стран в течение как минимум трех десятилетий [1]. В более технократических обществах пишут именно о технологиях и рассматривают нормирование по принципам НДТ как инструмент эколого-технологической модернизации экономики [2]. В государствах, которым принадлежит приоритет разработки стандартов в области менеджмента, подчеркивают, что речь идет о методах, подходах как технических, так и управленческих, не умаляя в то же время роль технологий[2]. Решения, направленные на повышение экологической результативности и энергоэффективности производства и при этом «встроенные» в технологические процессы, называют первичными, а решения «на конце трубы» – вторичными. Во всех случаях основная миссия НДТ определяется как достижение высокого уровня защиты окружающей среды (ОС) в целом[3].

В соответствии с российским определением *наилучшая доступная технология* – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны ОС при условии наличия технической возможности ее применения[4]. В этом определении учтен опыт развития законодательных и нормативных актов в области НДТ, накопленный в Европейском союзе и Соединенных Штатах Америки[5], но вместе с тем заметно перенесение «силы

---

[1] Статья подготовлена в рамках реализации российско-германского проекта «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность. Внедрение наилучших доступных технологий в Российской Федерации» (http://www.good-climate.com/content/ru/main.php).

[2] См. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) // Official Journal of the European Union, 17.12.2010. – P. L.334/17–L.334/119. (Далее – Директива о промышленных эмиссиях).

[3] См. там же и Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 28.12.2016).

[4] См. там же.

[5] См. Directive 2010/75/EU; Clean Air Act. – https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text

тяжести» именно на технологии производства, используемые на предприятиях, причисленных к областям применения НДТ.

Для предприятий широкого спектра отраслей в Российской Федерации разрабатываются информационно-технические справочники (ИТС) по наилучшим доступным технологиям, которые должны найти практическое применение при переходе к технологическому нормированию в сфере охраны ОС.

Не оспаривая законодательно закрепленное определение и не вдаваясь в терминологические дискуссии, подчеркнем, что при разработке ИТС 50 «Переработка природного и попутного газа» был учтен российский и международный опыт, а понятие НДТ рассматривалось как совокупность технологических, технических и управленческих решений, позволяющих добиться надежного уровня защиты ОС и высокой ресурсоэффективности производства экономически целесообразными методами.

Определение наилучших доступных технологий

Определение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве НДТ при переработке природного и попутного газа должно было быть проведено в соответствии с п. 6 ст. 28.1 Федерального закона РФ № 7-ФЗ и «Методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной», утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.03.2015 № 665 (далее – Методические рекомендации).

Методические рекомендации были подготовлены в начале 2015 г. преимущественно на основе перевода на русский язык Reference Document on Economics and Cross-Media Effects, 2006 [3]. Сам документ многие европейские эксперты считают неудачным, избыточно теократизированным, оторванным от реальности. В целом, в действующих справочниках ЕС трудно найти детальный учет экономических характеристик решений, которые могут быть отнесены к НДТ. Русский вариант, подготовленный в 2008–2009 гг. и использованный при разработке ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации», тоже несовершенен, но порядок шагов (иногда называемых принципами), которому рекомендуется следовать при определении НДТ, заслуживает внимания. Этот порядок представлен на рисунке, который несколько отличается и от исходного варианта [3], и от перечня принципов выбора НДТ, приведенного в ГОСТ Р 54097-2010.

Отметим, что технические рабочие группы, действующие в России и в Европейском союзе, прежде всего следуют логике «левой» («зеленой», экологической) ветви процедуры идентификации НДТ, учитывая экономические сведения в тех случаях, когда существует возможность получения данных о монетизации вреда ОС (и здоровью человека) и сопоставления затрат на внедрение тех или иных решений и выгод, обусловленных, например, предотвращением затрат на выплаты в связи с временной нетрудоспособностью.

В остальных случаях экономическая целесообразность подтверждается распространенностью решений в той или иной отрасли и достижением консенсуса при обсуждении проекта справочника в технической рабочей группе.

В связи с тем, что ни Методические рекомендации, ни ГОСТ Р 54097-2010 не отражают опыта, накопленного различными российскими техническими рабочими группами в 2015–2016 гг. и в начале 2017 г., не все позиции этих документов были приняты во внимание в одинаковой степени, и, напротив, при идентификации НДТ были использованы подходы экспертной оценки, получившие распространение как в России, так и за рубежом. Именно экспертная оценка является основным инструментом принятия решений, использованным при подготовке отраслевого справочника ЕС [4].

При отнесении технологии к НДТ соблюдали следующую последовательность действий:

- выделяли технологии (технологические процессы, оборудование, технические способы и методы) основного производства, соответствующие современному научно-техническому уровню в нефтегазовом комплексе и имеющие успешный опыт промышленного применения;
- для выделенных решений проводили оценку их воздействия на различные компоненты ОС и уровней потребления различных ресурсов и материалов;
- далее, при наличии необходимой информации, проводили оценку затрат на внедрение технологических и технических решений и содержание оборудования, возможных льгот и преимуществ после внедрения технологий, периода внедрения;

Сравнительный анализ технологических, технических и управленческих решений при отнесении их к наилучшим доступным технологиям

• по результатам оценки из выделенных решений выбирали те, которые:

- обеспечивают предотвращение или снижение воздействия на различные компоненты ОС или снижение потребления энергетических и иных ресурсов;
- при внедрении не приведут к увеличению объемов выбросов других загрязняющих веществ (ЗВ), сбросов сточных вод, образования отходов обезвреживания, потребления энергетических и иных ресурсов, иных видов негативного воздействия на ОС и увеличению риска для здоровья населения выше допустимого уровня;
- при внедрении не повлекут за собой чрезмерные материально-финансовые затраты (с учетом возможных льгот и преимуществ при внедрении);
- имеют приемлемые сроки внедрения [5].

Выбор маркерных веществ, характерных для объектов переработки природного и попутного газов

В соответствии со ст. 67 п. 5 Федерального закона № 7-ФЗ: «При осуществлении производственного экологического контроля измерения выбросов, сбросов загрязняющих веществ в обязательном порядке производятся

в отношении загрязняющих веществ, характеризующих применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду (*маркерные вещества*)». Это положение было включено в закон в 2014 г., т.е. когда в России был впервые объявлен переход к технологическому нормированию в сфере охраны ОС, основанному на принципах НДТ. Определения маркерных веществ в упомянутом законе нет, есть только определение технологических показателей – показателей концентрации ЗВ, объема и (или) массы выбросов, сбросов ЗВ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги.

Результаты анализа международного опыта выбора маркерных параметров (или веществ) для целей технологического нормирования можно описать очень кратко: в контексте наилучших доступных технологий понятие маркерных веществ не используется. Но уделить некоторое внимание подходам к выбору наиболее существенных, используемых в нормировании и производственном экологическом контроле веществ все же следует.

Для каждого вида деятельности, регулируемого Директивой о промышленных эмиссиях, разрабатываются справочники по наилучшим доступным технологиям и с недавнего времени выпускаются Заключения по НДТ, требования которых обязательны для выполнения. В Заключениях (в 2014 г. такой документ был утвержден официально для переработки нефти и газа) или в кратких изложениях справочников описаны требования к наилучшим доступным технологиям, включающие, где возможно, численные показатели экологической результативности и энергоэффективности и к осуществлению производственного экологического контроля. Вещества и показатели, обсуждаемые в этих документах, называют *существенными, ключевыми, описывающими приоритетные экологические аспекты* и пр. Таким образом, в первом приближении можно считать их аналогами маркерных веществ в российском понимании этого термина применительно к нормированию по принципам НДТ.

В Методических рекомендациях сказано: «Для выбросов и сбросов загрязняющих веществ рекомендуется выделять *ключевые (маркерные) вещества*». Внимательное прочтение Федерального закона № 7-ФЗ и Методических рекомендаций позволяет заключить, что маркерные вещества рассматриваются как вещества, характеризующие применяемые технологии, отражающие особенности этих технологий, существенные, ключевые для оценки факторов воздействия производственных процессов на ОС.

В недавних публикациях было предложено уточнение этого понимания и расширение понятия; авторы предложили говорить о существенных параметрах. Основанием для такого уточнения служит то, что существенными (маркерными, ключевыми) могут быть не только вещества, но и интегральные и даже замещающие параметры, характеризующие как присутствие тех или иных веществ (и их групп), так и ход технологического процесса [6].

Наиболее часто встречаются такие показатели, как pH (водородный показатель), электропроводность и цветность воды, химическое и биологическое потребление кислорода в воде, содержание пыли в отходящих газах (нормируемое как с точки зрения химического состава, так и с позиций состава гранулометрического), температура отходящих газов, влажность осадка и др. Содержание нефтепродуктов (или углеводородов нефти) – это суммарный показатель, также весьма широко распространенный. Следует учитывать также, что при определении, например, биологического потребления кислорода устанавливается не суммарная концентрация биологически окисляемых веществ, а количество кислорода, расходуемое в процессе окисления. Тем самым показатель является интегральным, но не прямым, а замещающим. При определении же суммы углеводородов в отходящих газах устанавливается именно общее содержание этих углеводородов, поэтому показатель чаще всего называют *суммарным*.

В соответствии с ГОСТ Р 56828.15-2016 «Наилучшие доступные технологии. Термины и определения» *маркерное вещество* – наиболее значимый для конкретного производства показатель, выбираемый по определенным критериям из группы веществ, внутри которой наблюдается тесная корреляционная взаимосвязь. В ГОСТ Р 56828.15-2016 отмечено также, что особенностью маркерного вещества является то, что с его помощью можно

оценить значения всех веществ, входящих в группу. Это определение близко к понятию, включенному в утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации рекомендации по выбору группы маркерных веществ (наиболее ярких представителей корреляционных плеяд) для оптимизации системы мониторинга атмосферного воздуха[6]. Но если в НДТ речь должна идти либо о значении параметра (показателя), либо о концентрации маркерного вещества в отходящих газах или сточных водах, и использовать этот показатель предполагается прежде всего для целей технологического нормирования, то во втором (касающемся оптимизации системы санитарно-экологического мониторинга) – о выборе показательных параметров загрязнения принимающей среды, а именно атмосферного воздуха. Общность обоих определений состоит в том, что маркерное вещество (показатель) призвано характеризовать группу веществ (плеяду), и между концентрациями этих веществ в той или иной среде наблюдается корреляционная связь. Представляется, что для целей технологического нормирования и производственного экологического нормирования положение о наличии корреляционной связи (в предстандарте говорилось даже о тесной корреляционной связи) является избыточным.

К настоящему времени однозначно можно сказать, что маркерные вещества упоминаются в законодательстве как те, которые в обязательном порядке должны быть включены в программы производственного экологического контроля, и устанавливаются для областей применения НДТ в отраслевых информационно-технических справочниках. Нередко также высказывается суждение о том, что именно для маркерных веществ должны быть организованы непрерывные измерения (автоматический контроль), требования к проведению которых будут в ближайшее время уточнены в Российской Федерации.

Так как выбросы ЗВ являются основным экологическим аспектом при переработке природного и попутного газов, были определены маркеры выбросов – ЗВ, которые характеризуют деятельность основных производственных процессов.

Выбор маркерных веществ применительно к переработке природного и попутного газов основан на следующих принципах [5]:

- рассматриваемое вещество характерно только для этого процесса (вещество является частью сырьевого потока, образуется в результате протекания основных или побочных процессов);
- вещество присутствует в эмиссиях постоянно (или систематически с высокой известной частотой);
- загрязняющее вещество в эмиссиях присутствует в значимых концентрациях (а в перспективе в концентрациях, позволяющих автоматизировать их измерения);
- метод (методы) определения данного вещества доступны, легко воспроизводимы и соответствуют требованиям обеспечения единства измерений;
- вещество оказывает значительное воздействие на ОС, т.е. токсично, высокотоксично, или же при невысокой токсичности обладает большой массой эмиссии.

Немаловажным условием для возможности отнесения веществ к маркерным является наличие наработанного объема статистических данных, достаточного для обобщения и корреляции с технологическими режимами работы на данном производстве и на других аналогичных производствах. В качестве маркерных ЗВ, характерных для производства, следует принять те, которые характеризуют физико-химические свойства сырья и топлива, работу очистного оборудования, химический состав и запыленность газов, выбрасываемых в атмосферу.

В список маркерных ЗВ, характерных для выбросов объекта переработки природного и попутного газа, входят вещества, которые отличаются наиболее массовыми выбросами ЗВ и, следовательно, могут представлять опасность для населения в конкретном районе эксплуатации производственных объектов.

Оценка приоритетности загрязняющих веществ (определение маркерных веществ) учитывает показатели опасности (вредности) веществ, их миграционные свойства и способность к накоплению в отдельных компонентах природной среды и трансформации в более опасные химические формы.

Перечень маркерных веществ устанавливают по комплексному показателю критериальной оценки, учитывающему массу

[6] См. МУ 2.1.6.792-99. Выбор базовых показателей для социально-гигиенического мониторинга (атмосферный воздух населенных мест). Методические указания.

Алгоритм проведения критериальной оценки [7]

Наименование критерия	Показатель	Условие
Критерии оценки выбросов ЗВ		
Критерий количественной оценки выбросов ЗВ	Показатель среднегодового валового выброса (г/с): группа 1 – менее 0,03; группа 2 – от 0,03 до 0,3; группа 3 – от 0,3 до 3; группа 4 – от 3 до 30; группа 5 – от 30 до 300; группа 6 – свыше 300 г/с	При оценке выбросов от отдельных установок/оборудования/технологических процессов учитываются выбросы ЗВ, соответствующие по массе выбросов группам 2–6. При оценке выбросов от объекта в целом, являющемся единым технологическим производством (состоящим из отдельных технологических участков в замкнутом производственном цикле), учитываются выбросы ЗВ, соответствующие по массе выбросов группам 5 и 6
Критерий качественной оценки выбросов ЗВ	Показатель суммарного максимального мгновенного выброса ЗВ с учетом токсичности. Определяют по формуле $r = \frac{M_r}{ПДК}$, где M_r – суммарный максимальный мгновенный выброс ЗВ, г/с; ПДК – максимально разовая предельно допустимая концентрация ЗВ, мг/м^3	Для каждого ЗВ проверяют выполнение условия $r > 1,0$. Критерий применим как к отдельным установкам/оборудованию /технологическому процессу, так и ко всему объекту в целом (к выбросам от объекта в целом), являющемся единым технологическим производством
Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы*		
Критерий качественной оценки выбросов по отношению к уровню концентрации в жилой зоне	Определяется по формуле $K_1 = \frac{V}{C_{ж.п}}$, где V – суммарное количество выбросов примеси (ЗВ) от всех источников, т/год; $C_{ж.п.}$ – концентрация, установленная по данным расчетов рассеивания выбросов ЗВ или инструментального контроля загрязнения атмосферы в жилой зоне, мг/м^3	Для каждого ЗВ должно выполняться условие $K_1 > 100$. Критерий применим только к показателям оценки состояния загрязнения атмосферы от всего объекта в целом (к выбросам от объекта в целом), являющемся единым технологическим производством (и, возможно, состоящим из отдельных технологических участков в замкнутом производственном цикле)
Показатель загрязнения атмосферы	Определяется по формуле $ПЗА = \frac{C_м}{ПДК}$, где $C_м$ – максимальная концентрация ЗВ, установленная по данным расчетов рассеивания выбросов ЗВ или инструментального контроля в зоне влияния производственного объекта, мг/м^3	Для каждого ЗВ должно выполняться условие ПЗА > 0,1. Критерий применим только к показателям оценки состояния загрязнения атмосферы от всего объекта в целом (к выбросам от объекта в целом), являющемся единым технологическим производством (и, возможно, состоящим из отдельных технологических участков в замкнутом производственном цикле)

* Применяется при проектировании новых объектов и проведении процедуры оценки воздействия на ОС.

выбросов ЗВ, их класс опасности и санитарно-гигиенический показатель. В том случае если речь идет о проектировании новых объектов и проведении процедуры оценки воздействия на ОС, целесообразно также учитывать ожидаемые приземные концентрации ЗВ в атмосферном воздухе (определяемые по результатам расчетов) и сведения о вероятной экспозиции населения в зоне влияния выбросов ЗВ с учетом альтернативных вариантов условий размещения объекта.

Так как информационно-технические справочники по НДТ рекомендовано использовать на этапе выбора технологических решений и проведения процедуры оценки воздействия на ОС[7], расчеты рассеяния следует проводить прежде всего.

Список маркерных ЗВ определяют на основе комплексного показателя критериальной оценки и с учетом правил составления списка маркерных ЗВ по алгоритму, приведенному в таблице.

[7] См. ГОСТ Р 56828.5-2015. Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по порядку применения информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям при оценке воздействия проектируемых предприятий на окружающую среду.

Алгоритм определения маркерных веществ для выбросов в атмосферный воздух был применен к полученным в результате анкетирования газоперерабатывающих предприятий данным, выполнен расчет показателей по критериям количественной и качественной оценки выбросов, проведено последовательное исключение из общего перечня ЗВ, не удовлетворяющих установленным условиям, в результате которого был определен перечень маркерных веществ, характерных для объектов переработки углеводородного сырья.

Комплексный показатель критериальной оценки и алгоритм его применения был разработан на основе многолетней практики выявления приоритетных ЗВ и прошел апробацию на объектах газовой отрасли[8].

Маркерные вещества и технологические показатели

В ИТС 50-2017 включено описание наилучших доступных технологий, позволяющих достичь надежного уровня защиты ОС и высокой ресурсоэффективности производства [5]. В их число вошли системы экологического менеджмента (СЭМ) как универсальный подход к учету приоритетов охраны окружающей среды при планировании и осуществлении деятельности любых организаций.

Остальные решения подразделены на группы в зависимости от области применения: для переработки газа и стабилизации конденсата, производства гелия из природного газа, получения технического углерода из природного газа и газового конденсата, для производства серы.

Для всех НДТ, кроме СЭМ, приведены технологические показатели и маркерные вещества. В целом, для областей применения ИТС 50-2017 в список маркерных веществ, поступающих в атмосферный воздух, включены:

- оксиды азота (NO_x в пересчете на NO_2);
- диоксид серы (SO_2);
- оксид углерода (CO);
- метан (CH_4);
- углеводороды предельные (C_2–C_5);
- сероводород (H_2S).

Отметим, что эти же показатели включены в перечень существенных для газоперерабатывающих предприятий ЕС. Как уже было сказано, в соответствии с европейской практикой существенными являются показатели, для которых устанавливаются основанные на требованиях НДТ значения предельно допустимых выбросов. Требования к нормированию выбросов этих веществ сформулированы в Заключении ЕС по наилучшим доступным технологиям, принятом специальным решением Европейской комиссии в декабре 2014 г. Документ носит обязательный характер для всех предприятий, перерабатывающих нефть и газ в государствах – членах Европейского союза [8].

***

Принятые при подготовке справочника ИТС 50-2017 [5] подходы разработаны на основе опыта, накопленного учеными и практиками газовой отрасли в течение нескольких десятилетий. Были также учтены международные рекомендации, проведены открытые дискуссии, деловые игры, семинары и конференции. Но предстоит еще многое сделать, чтобы материалы справочника могли использоваться промышленными предприятиями и надзорными органами при установлении технологических нормативов и при выдаче комплексных экологических разрешений. Необходимо придерживаться принципа приоритетного внимания к основным источникам негативного воздействия на ОС и не допустить дублирования современных подходов, основанных на требованиях НДТ, и подходов расчета рассеяния всех ЗВ, поступающих в атмосферный воздух от множества источников, в том числе и малозначимых. Без упрощенного нормирования второстепенных, вспомогательных объектов, которых немало в границах промплощадок газоперерабатывающих предприятий, также трудно себе представить переход к принципам НДТ и оптимизацию работы надзорных органов.

[8] См. СТО Газпром 2-1.19-540-2011. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при добыче, транспорте и хранении газа.

Список литературы

1. Бегак М.В. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России / М.В. Бегак, Т.В. Гусева, Т.В. Боравская и др. – М.: ЮрИнфоР-Пресс, 2010. – 220 с.
2. Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений: доклад / Государственный совет Российской Федерации. – М.: Кремль, 2016. – 314 с. – http://ecoline.ru/wp-content/uploads/report-on-the-ecological-development-of-the-russian-federation-in-the-interests-of-future-generations-2016.pdf
3. Reference document on economics and cross-media effects / The European IPPC Bureau. – eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html.
4. Pascal B. Industrial emissions directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). Best available techniques (BAT) reference document for the refining of mineral oil and gas / B. Pascal, M. Chaugny, S. Roudier, L. Delgado Sancho. – European IPPC Bureau, 2015. – http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC94879
5. ИТС 50-2017. Переработка природного и попутного газа.
6. Гусева Т.В. Существенные и маркерные показатели в экологическом нормировании на основе наилучших доступных технологий и оценки экологической результативности предприятий I категории / Т.В. Гусева, М.В. Бегак, Я.П. Молчанова и др. // Наилучшие доступные технологии. Определение маркерных веществ в различных отраслях промышленности. Сб. статей 5. – М.: Перо, 2016.
7. Пыстина Н.Б. Переход на наилучшие доступные технологии в нефтегазовом комплексе: проблемы и перспективы / Н.Б. Пыстина, Н.В. Попадько // Нефтегазовая вертикаль. – 2017. – № 11.
8. Commission implementing decision of 9 October 2014 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas. (notified under document C (2014) 7155) // Official Journal of the European Union. – http://ied.ineris.fr/sites/default/files/CELEX_32014D0738_EN_TXT.pdf

Approaches to selection of the best available technologies, marker dyes and technological indices for processing of natural and associated gases

N.B. Pystina[1*], N.V. Popadko[1], L.V. Sharikhina[1], T.V. Guseva[2], M.V. Begak[3], L.P. Romanyuk[3], J. Ruut[4]

[1] Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyektiruemyy proezd # 5537, Razvilka village, Leninsky district, Moscow Region, 142717, Russian Federation
[2] Dmitry Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Bld. 9, Miusskaya street, Moscow, 125047, Russian Federation
[3] Scientific Research Centre for Ecological Safety Russian Academy of Sciences (SRCES RAS), Bld. 18, Korpusnaya street, St. Petersburg, 197110, Russian Federation
[4] Hendrikson & Ko, Bld. 8, Raekoja plats, Tartu, 51003, Estonia
[*] E-mail: N_Pystina@vniigaz.gazprom.ru

Keywords: best available technologies, technological indices, marker dyes, informational reference book, processing of natural and associated gases.

Abstract. Nowadays, a lot of publications are devoted to identification of the best available technologies (BAT) and a role of marker dyes in the technological standardization of environmental protection activities. Studying related standards and scientific articles one can find correlation with sanitary-and-epidemiology researches, as well as with environmental chemistry, environmental monitoring and industrial ecology. This paper suggests analysis of BAT selection including markers and technological indices used in processing of natural and associated gases. The paper was prepared within the scope of Russian-German project named "Climate friendly economy: Introduction of best available techniques in the Russian Federation" (http://www.good-climate.com/content/ru/main.php; http://www.greengrowthknowledge.org/project/climate-friendly-economy-introduction-best-available-techniques-russian-federation-0).

References

1. BEGAK, M.V., T.V. GUSEVA, T.V. BORAVSKAYA et al. *The best available technologies and complex ecological permits: outlooks for application in Russia* [Nailuchshiye dostupnyye technologii i kompleksnyye ekologicheskiye razresheniya: perspektivy primeneniya v Rossii]. Moscow: YurInfoR-Press, 2010. (Russ.).

2. RUSSIAN FEDERATION STATE COUNCIL. On environmental development of Russian Federation in the interests of future generations [Ob ekologicheskom razvitii Rossiyskoy Federatsii v intersakh budushchikh pokoleniy]: report [online]. Moscow: Kremlin, 2016. (Russ.). Available from: http://ecoline.ru/wp-content/uploads/report-on-the-ecological-development-of-the-russian-federation-in-the-interests-of-future-generations-2016.pdf; http://en.kremlin.ru/events/president/news/53602
3. THE EUROPEAN IPPC BUREAU. *Reference document on economics and cross-media effects* [online]. Available from: eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html
4. PASCAL, B., M. CHAUGNY, S. ROUDIER, L. DELGADO SANCHO. *Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). Best Available Techniques (BAT) reference document for the refining of mineral oil and gas*. European IPPC Bureau, 2015. Available from: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC94879
5. *ITS 50-2017. Processing of natural and associated gas* [Pererabotka prirodnogo i poputnogo gaza]: informational technical reference book. (Russ).
6. GUSEVA, T.V., M.V. BEGAK, Ya.P. MOLCHANOVA et al. Substantial and bucky indicies in environmental standardization on the basis of the best available technologies and estimation of environmental effectiveness for 1st category companies [Sushchestvennyye i markernyye pokazateli v ekologicheskom normirovanii na osnove nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy i otsenki elkologicheskoy rezultativnosti predpriyatiy I kategorii]. In: *The best available technologies. Detection of the marker dyes in various industries* [Nailuchshiye dostupnyye tekhnologii. Opredeleniye markernykh veshchestv v razlichnykh optaslyakh promyshlennosti]: collect. papers. Moscow: Pero, 2016, no. 5. (Russ.).
7. PYSTINA, N.B. and N.V. POPADKO. Transition to the best available technologies in the oil-gas complex: issues and outlooks [Perekhod na nailuchshiye dostupnyye tekhnologii v neftegazovom komplekse: problem i perspektivy]. *Neftegazovaya vertical*. 2017, no. 11. (Russ.).
8. EUROPEAN UNION. Commission implementing decision of 9 October 2014 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas (notified under document C (2014) 7155). *Official Journal of the European Union* [online]. ISSN 1977-0677. Available from: http://ied.ineris.fr/sites/default/files/CELEX_32014D0738_EN_TXT.pdf.