

УДК 504.064.47

Г.С. Арзамасова, В.В. Карманов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С НЕФТЕСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представлен комплексный подход к утилизации специфических отходов газотранспортной отрасли, основанный на комбинации термических, биологических и химических методов обезвреживания. Представлены результаты исследований обезвреживания жидкой фракции рассматриваемых отходов методом сжигания. Описан метод термического обезвреживания отходов газового конденсата совместно с другими отходами газотранспортной отрасли в универсальных установках, позволяющих реализовывать как два метода обезвреживания – пиролиз и сжигание. Предложено решение утилизации твердой фракции отходов газового конденсата.

Ключевые слова: магистральный газопровод, отходы газового конденсата, утилизация отходов, комплексный подход, термическое обезвреживание, биологические методы.

Сегодня экологическая безопасность, а также технологическая и энергетическая надежность объектов топливно-энергетического комплекса являются одними из приоритетных составляющих развития любой территории. Экологическая безопасность процессов, реализуемых на урбанизированных территориях, оценивается в первую очередь с точки зрения отсутствия вреда здоровью населения, обеспечения качественной среды их обитания, а также минимизации воздействия на окружающую среду. Одним из необходимых процессов, реализуемых на урбанизированных территориях и обеспечивающих их экологическую безопасность, явля-

ется процесс обращения с отходами производства и потребления. Организация системы экологически безопасного обращения с промышленными отходами и выбор экологически безопасного обращения с ними является одним из приоритетных направлений природоохранной деятельности.

К числу таких предприятий, которые эксплуатируют свои объекты вблизи населенных пунктов, а также непосредственно в местах проживания населения, можно отнести предприятия газотранспортной отрасли, которые, помимо системы магистральных газопроводов и компрессорных станций, имеют объекты газораспределения, в том числе газораспределительные станции. Все эти объекты являются источниками воздействия на окружающую среду, которое обусловлено потерями технологического газа в процессе транспортировки и распределения газа и преимущественно представлено выбросами в атмосферный воздух. При этом стоит отметить, что как и для любого промышленного предприятия, для газотранспортных предприятий характерно образование отходов производства и потребления различных классов опасности, которые в большинстве (80–90 %) представлены неопасными отходами V класса опасности. В то же время образуются специфические отходы, многие из которых представляют собой экологически агрессивные образования и требуют применения специализированных технологий обезвреживания.

В качестве такого отхода можно рассмотреть отходы очистки природного газа от механических примесей (отходы газового конденсата), которые относятся к отходам III класса опасности, и представляют собой водонефтяную эмульсию, состоящую из газового конденсата (от 30 до 85 %), воды (от 10 до 70 %), масла (не более 5 %) [1].

Такой тип отходов образуется на всех объектах газотранспортной отрасли, где осуществляется подготовка природного газа для поставки потребителю: магистральный транспорт газа (компрессорные станции) или поставка населению (газораспределительные станции). Основным процесс, в результате которого образуются отходы газового конденсата (98 %), – это процесс очистки природного газа на газоконпрессорных и газораспределительных станциях, также образование происходит в результате очистки полости магистрального газопровода (2 %).

Стоит отметить, что данный тип отходов от разных источников образования может сильно отличаться по составу, в частности по содержанию нефтепродуктов, воды и механических примесей. В зависимости от этого для обезвреживания применяют различные методы и подходы (таблица).

**Методы обращения с отходами очистки природного газа
от механических примесей**

Метод	Описание	Условия
Химический	Утилизация в установках химического обезвреживания. В соответствии с [2] обезвреживание с получением порошка утилизации нефтешламов происходит при смешении отходов газового конденсата с негашеной известью, водой и ПАВ	Содержание механических примесей 70–99 % ; углеводородов 1–30 %
Термический	Утилизация в передвижных и стационарных установках термического обезвреживания	Содержание механических примесей 70–99 % ; углеводородов 1–30 %
Биологический	Утилизация в установках биологического обезвреживания	Содержание механических примесей 70–99 % ; углеводородов 1–30 %
Комплексный	Комбинация термических и биологических методов	Содержание механических примесей 70–99 % ; углеводородов 1–30 %
Использование	Извлечение ценных углеводородов и их дальнейшее использование	Содержание углеводородов 30–99 %

Примечание. Условия, по которым осуществляется выбор метода обезвреживания данного типа отходов, сформированы на основании [2].

Отходы газового конденсата по своему составу представляют водно-нефтяную эмульсию с различным содержанием механических примесей. В ходе отстаивания отходов в емкостях сбора происходит их отстаивание и разделение на две фракции: жидкую нефтесодержащую и твердую, состоящую преимущественно из механических примесей. На предварительном разделении отходов газового конденсата на твердую и жидкую составляющие основаны предлагаемые подходы к обращению с ними и применению разных методов обезвреживания для каждой части (рисунок).

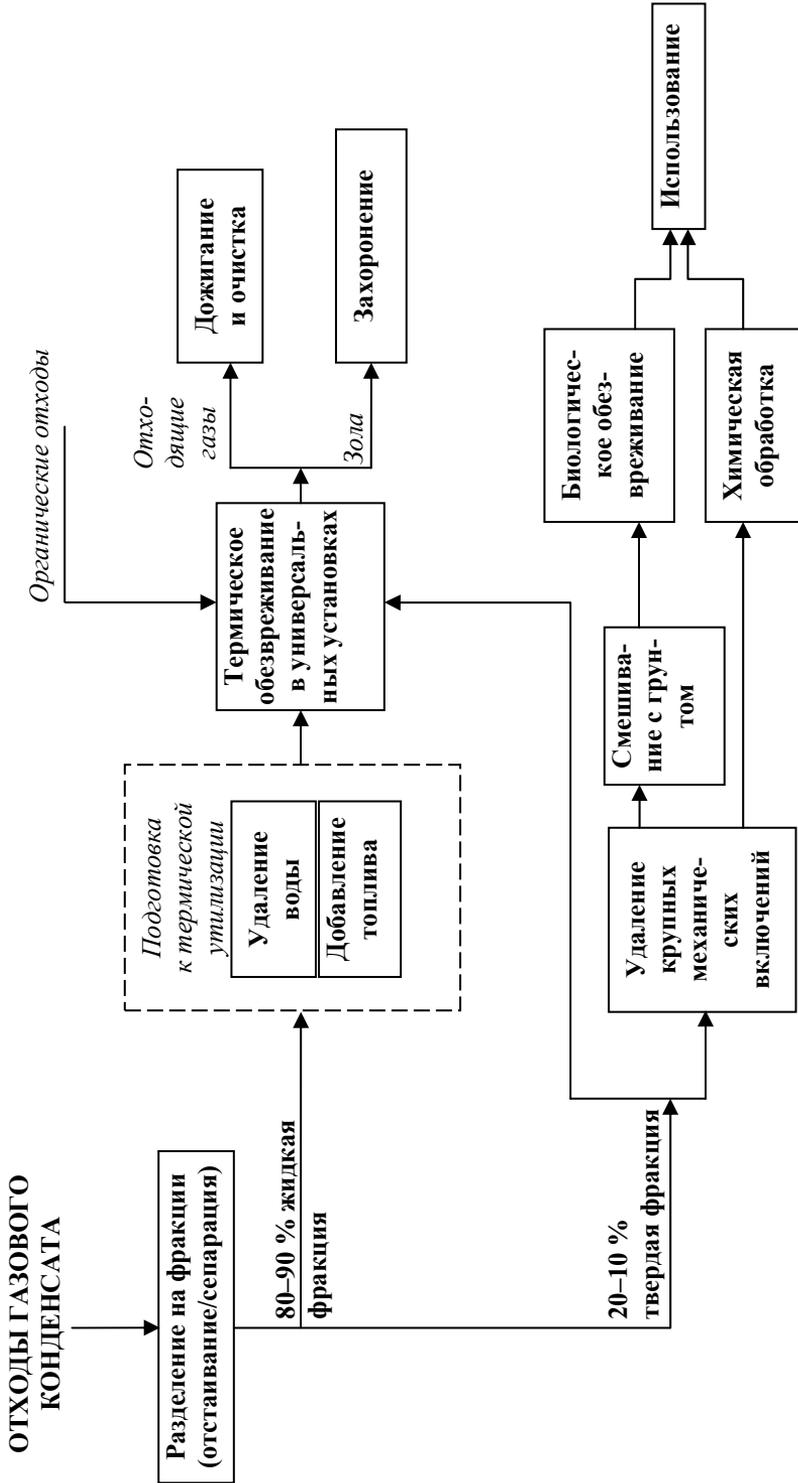


Рис. Схема обращения с отходами очистки природного газа от механических примесей

В настоящее время многие промышленные предприятия в поисках путей решения проблемы обезвреживания и утилизации отходов используют комплексные подходы, реализуя технологии совместной утилизации отходов от разных технологических процессов, а также внедряя технологии получения готовых продуктов из образующихся отходов. Это позволяет не только снижать негативное воздействие на объекты окружающей среды и сокращать экологические платежи, но и в отдельных случаях получать экономические выгоды в виде реализованной продукции из отходов. Представленное комплексное решение относительно обращения с отходами газового конденсата, образующимися на объектах магистрального газопроводного транспорта, позволяет реализовать эти преимущества.

В качестве основного метода обезвреживания для данного типа отходов было предложено использовать термические методы, так как основную массу, как показали исследования, составляют жидкие нефтепродукты (80–90 %). Для этого можно использовать методы, основанные преимущественно на сжигании в специализированных установках (например, печах барабанного типа), предназначенных для очистки жидкостей на нефтяной основе (масла, СОЖ, рабочие жидкости для гидросистем машин и оборудования) от механических и жидких примесей, плотность которых больше плотности очищаемых жидкостей. Для широкого спектра отходов газотранспортных предприятий применяются различные термические методы обезвреживания, основанные на термодеструкции с получением твердых, жидких и газообразных продуктов или на сжигании, в результате которого образуются газообразные продукты и зола.

Применение термических методов также подтверждается проведенным термогравиметрическим анализом образцов отходов газового конденсата, в результате которого было установлено, что они достаточно легко поддаются термическому разложению и не требуют создания высоких температур для разложения, а также не содержат в своем составе опасных с точки зрения воздействия на окружающую среду и человека веществ. Отходы полностью подвергаются разложению при температурах до 600 °С и в окислительной среде полностью разлагаются до воды и углекислого

газа. Это позволяет сделать вывод, что органическая часть отходов газового конденсата может быть эффективно утилизирована в установках термического обезвреживания методом сжигания.

Исходя из данных [2] при таком высоком содержании нефтепродуктов в исходном составе данный тип отходов может быть использован для извлечения ценных нефтепродуктов. В данном случае стоит отметить, что применение различных технологий получения ценных продуктов целесообразно и экономически эффективно при больших объемах отходов и постоянном их составе, что нехарактерно для отходов газового конденсата. Но по данным [3] отходы газового конденсата по топливно-эксплуатационным характеристикам (за исключением содержания механических примесей) могут использоваться в качестве печного топлива и реализовываться как готовый продукт, что в действительности допускается в соответствии с нормативно-техническими документами предприятий газовой отрасли.

Таким образом, можно сделать вывод, что отходы газового конденсата могут быть эффективно утилизированы в установках термического обезвреживания совместно с другими типами органических отходов газотранспортной отрасли, таких как загрязненная полиэтиленовая пленка, образующаяся при проведении профилактических и капитальных ремонтов участков магистральных газопроводов. Для защиты газопровода от почвенной коррозии и обеспечения его безаварийной работы обычно используется трехслойная композиция, включающая в себя наружный полиэтиленовый слой (чаще всего термостабилизированный полиэтилен), адгезионный слой (термоплавкая клеевая композиция) и грунтовочный слой (порошковая эпоксидная краска) для обеспечения надежности изоляции.

Принципиально с точки зрения организации процесса термического обезвреживания выделить установки сжигания и пиролиза, именно эти процессы наиболее часто реализованы на практике. Процесс сжигания наиболее распространен и реализован в конструкциях различных печей, однако ряд отходов, например загрязненная полиэтиленовая пленка и другие термопластичные полимеры, не могут быть эффективно сожжены в печах колосникового типа, многоподовых реакторах и прочих устройст-

вах, что связано также с образованием высокотоксичных выбросов (непредельные углеводороды, бенз(а)пирены, хлорорганические соединения и др.) в процессе сжигания. При использовании универсальных установок, объединяющих в себе различные методы термического обезвреживания, можно эффективно и более экологически безопасно утилизировать различные типы отходов.

Процессу пиролиза могут быть подвержены все компоненты изоляционного слоя магистральных газопроводов, и в таком случае процесс потребует проведения дополнительных исследований в отношении их состава и возможных образующихся выбросов, так как первоначальные характеристики материалов в течение срока эксплуатации, который может превышать 10–15 лет, способны измениться, а также могут накопиться токсичные вещества.

При предварительной подготовке топливной смеси, состоящей из отходов газового конденсата и топлива, состав которой будет зависеть от исходного состава отходов, их можно использовать для обогрева контейнера пиролиза, в котором осуществляется обезвреживание органических, нефтесодержащих и прочих термопластичных отходов. Главным ограничивающим фактором применения отходов газового конденсата для приготовления топливной смеси и использования в универсальных установках термического обезвреживания является высокое содержание механических примесей и наличие воды. Для подготовки отходов необходимо провести разделение данных компонентов. При малом содержании воды в отходах можно провести отстаивание, что позволит отделить механические примеси. В качестве дополнительной очистки от воды можно дополнительно провести центрифугирование.

Оставшаяся после разделения твердая составляющая отходов газового конденсата, представляющая собой механические примеси (в основном песок и окалина, иногда и крупные механические включения, промасленная ветошь, куски пароизоляции, палки, полиэтилен и т.д.), также должна быть подвергнута обезвреживанию.

В зависимости от исходного состава нефтесодержащей части отходов газового конденсата для обезвреживания твердой его составляющей могут быть применены различные методы: термиче-

ское обезвреживание, биологическая утилизация или химическая обработка.

Термическое обезвреживание твердого осадка газового конденсата целесообразно при высоком содержании масляных и тяжелых фракций нефтепродуктов. Проводить его можно в описанных выше универсальных установках методом пиролиза. При этом использование термических методов не потребует таких дополнительных операций, как отделение крупных механических включений. Кроме термического, можно применять биологические и химические методы. Первые основаны на биологическом разложении отходов (биоремедиации) при условии предварительной подготовки отходов: удаления крупных механических включений и смешивания с грунтом (или отходами) для достижения необходимого содержания нефтепродуктов в отходе. В настоящее время вопросы биологического разложения твердой фракции отходов газового конденсата требуют дополнительных исследований содержания нефтепродуктов, скорости протекания процесса и условий интенсификации процесса разложения. Можно сделать предварительный вывод, что применение такого метода позволит получать готовый продукт в виде технического грунта.

Анализ литературных данных [4] и применяемых методов обезвреживания отходов газового конденсата [2] позволяет говорить о возможности применения химических и физико-химических методов (реагентное капсулирование, отверждение данной фракции отходов газового конденсата), что в настоящее время также требует дополнительных исследований.

Наиболее оптимальным решением проблемы обезвреживания отходов на промышленных предприятиях является применение комплексного подхода, основанного на применении технологии совместной утилизации отходов от разных технологических процессов, а также использовании технологий получения готовых продуктов из отходов. Это позволяет не только снижать негативное воздействие на объекты окружающей среды и сокращать экологические платежи, но и в отдельных случаях получать экономические выгоды в виде реализованной продукции из отходов. Представленное комплексное решение относительно обращения с отходами газового конденсата, образующимися на объектах ма-

гистрального газопроводного транспорта, позволяет реализовать эти преимущества.

Библиографический список

1. СТО ГАЗПРОМ 12–2005. Каталог отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром» [Электронный ресурс] / Науч.-исслед. ин-т природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ). – Введ. 2005-09-26. – URL: <http://www.nchgz.ru/lib/53/53594/index.htm#i68957> (дата обращения: 03.04.2012).
2. СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-529–2011. Утилизация отходов очистки природного газа на компрессорных станциях и магистральных газопроводах / Науч.-исслед. ин-т природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ). – Введ. 2011-07-20. – М., 2011.
3. Скосарь Ю.Г. Совершенствование технологии глубокой осушки природного газа: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Рос. гос.ун-т нефти и газа им. Губкина. – М., 2007.
4. Современные методы переработки нефтешламов / Г.Г. Ягафаров, С.В. Леонтьева, А.Х. Сафаров, И.Р. Ягафаров. – М.: Химия, 2010. – 190 с.

References

1. STO GAZPROM 12–2005. Katalog otkhodov proizvodstva i potrebleniya dochernikh obshchestv i organizatsy ОАО «Gazprom» [Catalogue of production and consumption waste subsidiaries of ОАО «Gazprom»], Scientific-Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies – VNIIGAS; introduction 2005-09-26, available at: <http://www.nchgz.ru/lib/53/53594/index.htm#i68957> (accessed on: 03.04.2012).
2. STO GAZPROM 2-3.5-529–2011. Utilizatsiya otkhodov ochistki prirodnogo gaza na kompressornykh stantsiyakh i magistralnykh gazoprovodakh [Waste clean natural gas compressor stations and gas pipelines]. Scientific-Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies – VNIIGAS. Moscow, 2011.
3. Skosar J.G. Sovershenstvovaniye tekhnologii glubokoy osushki prirodnogo gaza [Improving the technology of deep dehydration of natural gas]: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk / Rossiyskiy gosudarstvennyi universitet nefi i gaza. Moscow, 2007.
4. Yagafarov G.G., Leontiev S.V., Safarov A.H., Yagafarov I.R. Sovremennye metody pererabotki nefteshlamov [Modern methods of sludge processing]. Moscow: Khimiya, 2010. 190 p.

Получено 1.11.2013

G. Arzamasova, V. Karmanov

**REUSE AS A WAY TO IMPROVE ENVIRONMENTAL
SAFETY OF GAS COMPANIES OILY WASTE**

Comprehensive approach to recycling of specific waste gas transportation industry, based on a combination of thermal, biological and chemical methods of decontamination is described in the article. The results of research of liquid fraction utilization by incineration are described in the article. The article describes thermal utilization waste gas condensate together with other waste gas transportation industry in universal incinerations. The solution to the disposal of solid gas condensate waste fraction is described in the article.

Keywords: gas pipeline, gas condensate waste, waste management, integrated approach, thermal methods, biological methods.

Арзамасова Галина Сергеевна (Пермь, Россия) – ст. преподаватель кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: <mailto:arzamasova-g@eco.pstu.ac.ru>).

Карманов Вадим Владимирович (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: karmanovs@yandex.ru).

Arzamasova Galina (Perm, Russia) – Senior lecturer of Department of Environmental protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: <mailto:arzamasova-g@eco.pstu.ac.ru>).

Karmanov Vadim (Perm, Russia) – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Environmental protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: karmanovs@yandex.ru).