

Г.С. Арзамасова, В.В. Карманов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ВОПРОСОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Представлено комплексное решение при обращении со специфическими отходами газо-транспортной отрасли, основанное на возможности полного обезвреживания термическими и биологическими методами. Представлены результаты исследований возможности обезвреживания жидкой фракции отходов газового конденсата методом сжигания. Описана универсальная установка термического обезвреживания, позволяющая использовать различные отходы системы магистральных газопроводов. Предложено решение утилизации твердой фракции отходов газового конденсата.

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

G.S. Arzamasova, V.V. Karmanov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

DECISION OF COMPLEX ISSUES OF GAS CONDENSATE WASTE UTILIZATION

Comprehensive approach of gas condensate waste treatment is described in the article. This approach combination is based on thermal and biological method of waste utilization. Research results of utilization the liquid fraction of gas condensate waste by incineration are presented in the article. Universal waste incineration plant is described in this article. The uses of biological methods for the disposal of solid gas condensate waste fraction are described in the article.

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

Очистка природного газа от механических примесей является одним из основных технологических процессов, реализуемых в системе магистральных газопроводов. Это обусловлено наличием в природном газе различных твердых и жидких частиц, которые являются источниками преждевременного износа трубопроводов, запорной аппаратуры и технологических узлов компрессорной станции, что приводит к снижению эффективности и безопасности реализации основных процессов на линейных участках трубопровода и компрессорных станциях.

Процесс удаления механических примесей и влаги из природного газа, как правило, представляет собой двухступенчатый процесс, включающий «грубую» и «тонкую» очистку. В качестве первой ступени очистки широко применяются различные пылеуловители циклонного типа, количество которых определяет эффективность процесса очистки. Часто применение циклонных пылеуловителей не позволяет достичь требуемого качества природного газа для подачи в систему магистральных газопроводов. В связи с этим на компрессорных станциях в качестве второй стадии очистки применяют фильтры-сепараторы различного типа, которые устанавливаются последовательно после циклонных пылеуловителей. Конструкция применяемых фильтров позволяет проводить доочистку от механических примесей и обеспечивает очистку от влаги за счет процессов коагуляции жидкости и сбора капельной влаги в специальных сетчатых пакетах в секции сепарации. Наличие влаги в газе вызывает коррозию оборудования, снижает пропускную способность газопровода. В результате пропускания природного газа через систему очистки образуются 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 %)*.

В системе магистральных газопроводов отходы газового конденсата образуются в процессе очистки полости магистрального газопровода (камеры приема, подземные емкости сбора), очистки природного газа на компрессорных станциях (установки очистки газа – пылеуловители, фильтры-сепараторы, газосепараторы, подземные и надземные емкости сбора отхода), очистки газа на газораспределительных станциях (установки очистки газа и емкости сбора отхода), а также в процессе осушки газа. Процесс осушки газа с точки зрения образования отходов газового конденсата на линейных компрессорных станциях не является существенным источником образования отхода, так как 97 % отходов образуется в процессе его очистки от механических примесей.

* СТО ГАЗПРОМ 12–2005. Каталог отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром» / ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ» [Электронный ресурс]. – Введ. 2005-09-26. URL: <http://www.nchkz.ru/lib/53/53594/index.htm#i68957> (дата обращения: 03.04.2012).

На промышленных предприятиях решение проблемы образования отходов и выбор экологически безопасного обращения с ними являются одними из приоритетных направлений природоохранной деятельности. На предприятиях газотранспортной отрасли образуются отходы производства и потребления различных классов опасности, которые в большинстве (80–90 %) представлены неопасными отходами V класса опасности. В то же время образуются специфические для данной отрасли отходы, многие из которых представляют собой экологически агрессивные образования и требуют применения специализированных технологий обезвреживания.

Для утилизации и обезвреживания отходов газового конденсата в зависимости от содержания нефтепродуктов, воды и механических примесей могут применяться различные методы обезвреживания – от размещения на полигонах токсичных отходов до переработки их с получением товарного продукта в виде печного топлива (таблица)*.

Рекомендуемые направления утилизации отходов очистки природного газа на компрессорных станциях [1]

Содержание компонентов отхода, %	Рекомендуемое направление утилизации
Углеводороды: от 1,0 до 30,0. Вода: от 70 до 99	Уничтожение горючих органических компонентов способом обезвреживания на установках биологического обезвреживания
Углеводороды: от 1,0 до 30,0. Механические примеси: от 70 до 99	Утилизация на установках термического обезвреживания. Утилизация на установках химического обезвреживания
Углеводороды: от 30,0 до 99,0	Извлечение ценных горючих органических компонентов

В ходе отстаивания отходов газового конденсата в емкостях сбора происходит их разделение на две фракции: жидкую нефтесодержащую и твердую, состоящую преимущественно из механических примесей. Предлагаемые подходы обращения с данным типом отходов основаны на предварительном разделении твердой и жидкой составляющей отходов и применении разных методов обезвреживания (рисунок).

* СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-529–2011. Утилизация отходов очистки природного газа на компрессорных станциях и магистральных газопроводах» / ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологии – ВНИИГАЗ». Введ. 2011-07-20.

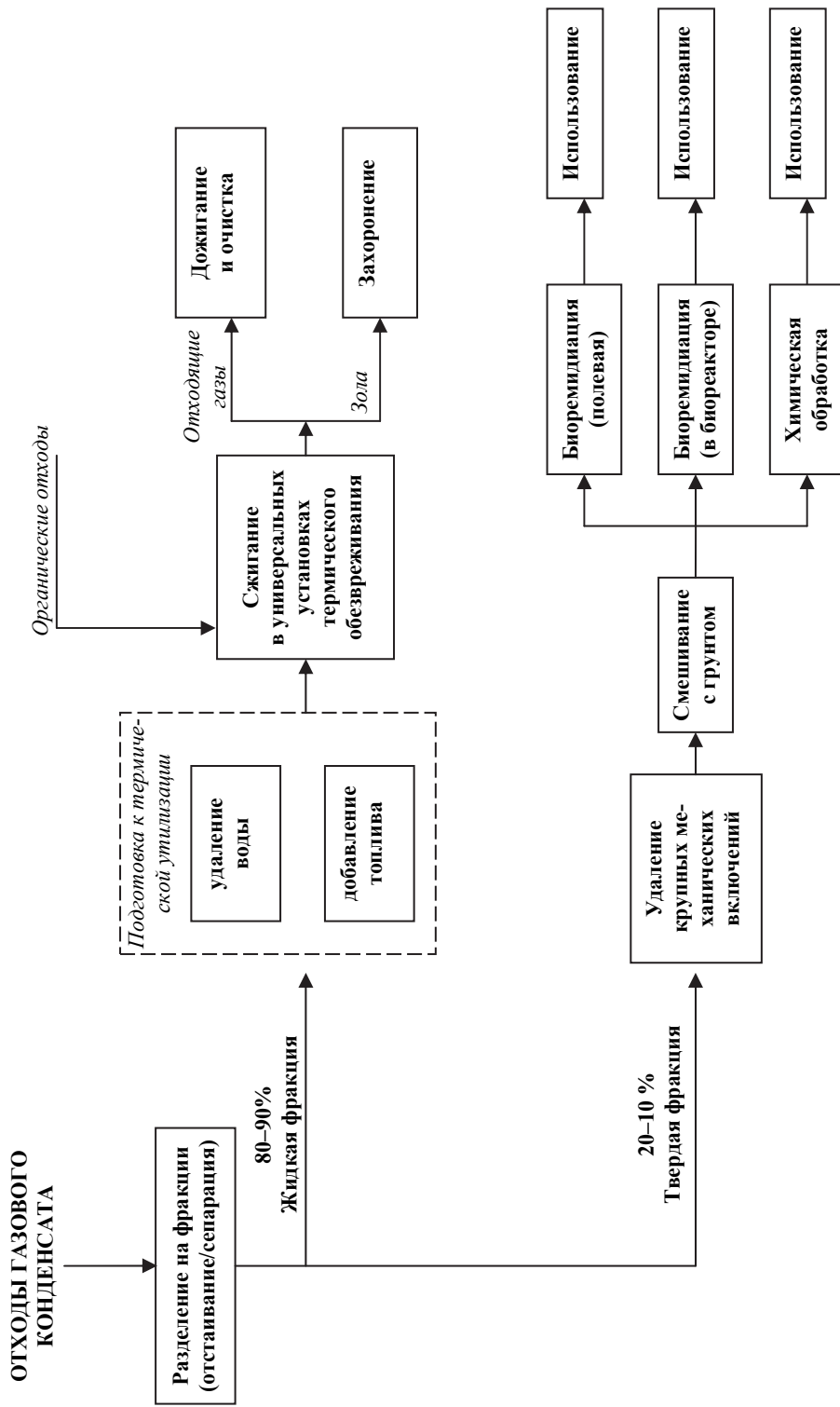


Рис. Схема обращения с отходами очистки природного газа от механических примесей

В настоящее время на предприятиях газотранспортной отрасли для обезвреживания отходов газового конденсата применяют 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 многих отходов газотранспортных предприятий применяются различные термические методы обезвреживания, основанные на термодеструкции с получением твердых, жидких и газообразных продуктов или основанные на сжигании, приводящие к образованию газообразных продуктов и золы. Отходы газового конденсата по своему составу относятся к нефтесодержащим отходам с высоким содержанием нефтепродуктов. В большинстве образцов при проведении исследований содержание нефтепродуктов достигало 80–100 %.

Проведенный термогравиметрический анализ в различной среде (инертной и окислительной) показал, что образцы отходов газового конденсата 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.

Также, по данным [1], 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 (см. таблицу).

При таком высоком содержании нефтепродуктов и соответствующих топливно-эксплуатационных характеристиках отходы газового конденсата предлагается использовать в универсальных установках термического обезвреживания отходов, совмещающих пиролиз и сжигание разных органических, нефтесодержащих и термопластичных отходов. В таких установках отходы газового конденсата можно исполь-

зовать в качестве топлива для создания температуры обогрева контейнера пиролиза. При использовании жидкой органической части отходов газового конденсата в качестве топлива необходимо проведение предварительной подготовки, которая может включать в себя удаление воды из состава отходов, удаление механических примесей, а также, для интенсификации процесса сжигания, добавление топлива (дизельного, печного) в исходный отход. Последнее в настоящее время является предметом дальнейшего исследования применения термических методов обезвреживания отходов очистки природного газа от механических примесей.

В качестве универсальных установок термического обезвреживания предлагается использовать установки типа УВКП-2, которые представляют собой два блока – блок пиролиза и блок сжигания топлива (топка) и получения теплоносителя для обогрева пиролизуемой массы. Топка может работать на твердом топливе либо при ее доработке горелкой – жидком или газообразном топливе. В топке можно сжигать горючие отходы, которые используются в качестве топлива. Вместе с тем в качестве топлива можно использовать термопластичные горючие материалы, для чего конструкция топки предусматривает барботажную ванну с подводом воздуха на барботаж расплавленного материала для образования топливовоздушной смеси. Установка оснащена магистралью подачи пиролизных газов из блока пиролиза в топку на дожигание.

Принцип работы установки состоит в следующем. В блок пиролиза устанавливается контейнер с органическими отходами производства. Такими отходами могут быть:

- отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ);
- промасленная ветошь;
- шпалы с пропиткой;
- щепа и опил и др.

В топку подается топливо либо отходы:

- замазученная полиэтиленовая пленка (предпочтительно обезвреживание в топке);
- газовый конденсат и другие жидкие органические отходы.

Установка позволяет проводить процесс бескислородной деструкции при температурах 550–950 °С.

При нагреве до температур 250–350 °С образуется основное количество пиролизных газов, которые подаются в топку. Печь может быть снабжена двумя блоками пиролиза для наиболее эффективного исполь-

зования избыточного тепла сжигаемых пиролизных газов. По окончании процесса пиролиза твердый остаток выгружается и в зависимости от химического состава и класса опасности обезвреживается захоронением на полигоне либо утилизируется путем вторичного использования (технический углерод). Установка позволяет экономить топливо в случае использования органических отходов, а также путем возврата пиролизных газов на дожигание в топку [2]. Наиболее эффективное применение универсальных установок термического обезвреживания в данном случае возможно при условии утилизации методом пиролиза отходов, образующихся на предприятиях газотранспортной отрасли. В качестве таких отходов может выступать отработанный изоляционный материал, образующийся в процессе проведения плановых и внеплановых ремонтов на линейных участках газопровода и представляющий собой трехслойную композицию из полиэтиленового (чаще всего термостабилизированный полиэтилен), адгезионного (термоплавкая клеевая композиция) и грунтовочного (порошковая эпоксидная краска) слоя.

Решение проблемы негативного воздействия на атмосферный воздух в результате образования продуктов сгорания газового конденсата и пиролиза термопластичных отходов также обеспечивается конструкцией предлагаемой установки. В зависимости от утилизируемых отходов и состава отходящих газов на установке могут применяться различные модульные системы очистки газовых выбросов [2].

В описанной выше универсальной установке может быть утилизирована жидкая органическая часть отходов газового конденсата. В то же время в связи с тем, что одним из процессов образования данных отходов являются профилактические ремонты на участках магистральных газопроводов, в составе отходов наблюдается значительное содержание механических примесей, которые включают песок, окалину, промасленную ветошь, крупные механические включения. При условии предварительного разделения жидкой и твердой фракции отходов вторая может быть также подвергнута обезвреживанию. Для этого могут быть использованы биологические и химические методы. Первые основаны на биологическом разложении отходов (биоремедиации) при условии предварительной подготовки отходов: удалении крупных механических включений и смешивании 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. Также анализ литературных данных [3] позволяет говорить о возможности применения химических и физико-химических методов обращения (реагентное капсулирование, отверждение) с данной фракцией отходов газового конденсата, что также требует дополнительных исследований.

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 достигать снижения негативного воздействия на объекты окружающей среды и сокращения экологических платежей, но и, в отдельных случаях, получать экономическую выгоду 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.

Список литературы

1. Скосарь Ю.Г. Совершенствование технологии глубокой осушки природного газа: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2007.
2. Арзамасова Г.С., Карманов В.В., Новикова И.В. Обращение с отходами газового конденсата, образующегося в процессе очистки природного газа от механических примесей // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 7. – С. 29–33.
3. Современные методы переработки нефтешламов / Г.Г. Ягафаров, С.В. Леонтьева, А.Х. Сафаров, И.Р. Ягафаров. – М.: Химия, 2010. – 190 с.

References

1. Skosar' Yu.G. Sovershenstvovanie tekhnologii glubokoj ochistki prirodnogo gaza [Improving the technology of deep dehydration of natural gas: abstract of dissertation Ph.D. in Technical Sciences]. Moscow, 2007.
2. Arzamasova G.S., Karmanov V.V., Novikova I.V. Obrashchenie s otkhodami gazovogo kondensata, obrazuyushchegosya v protsesse ochistki prirodnogo gaza ot mekhanisheskikh primesej [Waste gas condensate produced

during the cleaning of natural gas from mechanical impurities]. *Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse*, 2012, no. 7, pp. 29–33.

3. Yagafarov G.G., Leont'eva S.V., Safarov A.Kh., Yagafarov I.R. *Sovremennye metody pererabotki nefteshlamov* [Modern methods of sludge processing]. Moscow: Khimiya, 2010, 190 p.

Получено 9.10.2013

Об авторах

Арзамасова Галина Сергеевна (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: arzamasova-g@eco.pstu.ac.ru).

Карманов Вадим Владимирович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: karmanovs@yandex.ru).

About the authors

Arzamasova Galina Sergeevna (Perm, Russia) – Senior Lecturer, Department for Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russia, e-mail: arzamasova-g@eco.pstu.ac.ru).

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