

УДК 504.5.06

DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art74

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКАХ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ЯМБУРГ»: КОНТРОЛЬ УТЕЧЕК ГАЗА И ДЕГАЗАЦИИ

Арно О.Б.¹, Арабский А.К.¹, Башкин В.Н.^{2,3}, Галиулин Р.В.⁴

1 – ООО «Газпром добыча Ямбург», 2 – ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 3 – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, 4 – Институт фундаментальных проблем биологии РАН

E-mail: a.arabsky@ygd.gazprom.ru

Аннотация. В статье рассмотрены принципы обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды на лицензионных участках ООО «Газпром добыча Ямбург». Представлены разработанные специалистами Общества и привлекаемыми специалистами инновационные технологические приемы контроля утечек газа и инновационные методы рекультивации нарушенных экосистем с учетом их индивидуальных особенностей. Показана возможность использования этих технологий для природной секвестрации (в случае дегазации) как метангидратов при растеплении, так и путем поглощения выделяемого углекислого газа за счет формируемого вегетационного покрова.

Ключевые слова: добыча газа, экологическая безопасность, контроль утечек, рекультивация нарушенных экосистем, ООО «Газпром добыча Ямбург».

ECOLOGICAL SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION ON «GAZPROM DOBYCHA YAMBURG» LICENSE AREAS: GAS LEAKAGE CONTROL

Arno O.B.¹, Arabskiy A.K.¹, Bashkin V.N.^{2,3}, Galiulin R.V.⁴

1 – OJSC «Gazprom Dobycha Yamburg», 2 – OJSC «Gazprom VNIIGAZ», 3 – Physical, Chemical and Biological Edaphology Research Institute RAS,

4 – Fundamental biology research institute RAS

E-mail: a.arabsky@ygd.gazprom.ru

Abstract. The article discusses the principles of ecological safety and environmental protection in the license areas of OJSC «Gazprom Dobycha Yamburg». Innovative technological methods of gas leakage control and innovative methods of reclaiming disrupted ecosystems, taking into account their individual characteristics, are developed by the Company's and attracted specialists. The possibility of using these technologies for natural sequestration (in the case of

degassing) of both methane hydrates during thawing and absorption of carbon dioxide emitted due to the growing vegetation cover has been shown.

Keywords: gas production, ecological safety, leakage control, reclaiming of disrupted ecosystems, OJSC «Gazprom Dobycha Yamburg».

Проблема дегазации Земли особо значима при разработке газоконденсатных месторождений, там, где естественные процессы могут резко усиливаться вследствие технологических процессов и их возможных нарушений. При этом обеспечить снижение выбросов газов, а, следовательно, и техногенную и экологическую безопасность можно, исключив риски возникновения аварийных ситуаций [1]. Аварии формально делятся на два типа – локальные и системные. Локальные аварии удается предсказать и предупредить методами современной диагностики. С системными авариями, которые, как правило, и приводят к техногенным и геоэкологическим катастрофами, все гораздо сложнее. Их, как правило, характеризует:

- отсутствие предаварийной симптоматики (она еще не определена);
- необязательность упреждающего развития локальных аварий;
- отсутствие знаний о спусковых механизмах и трудности разбора.

Сценарии локальных и системных аварий так же различны.

Однако в настоящее время, опираясь на учение В.И. Вернадского о ноосфере, общепризнанные принципы устойчивого развития и теорию катастроф, результаты исследований в области устойчивости сложных динамических систем, удалось найти некоторые общие подходы к практическому решению таких задач. В основе их реализации лежат: модернизация производства; ресурсосбережение; охрана окружающей среды; внедрении информационных технологий. И их необходимо использовать не по отдельности, а в комплексе, для достижения максимального синергетического эффекта. Но чтобы реализовать это, приходится анализировать их по отдельности (дифференциальный подход) с последующим синтезом получаемых результатов в нечто новое, инновационное, что требует творческого подхода, результат которого непременно защищается патентами на изобретения (появляются принципиально новые знания по рассматриваемым сценариям).

Целью данной работы является демонстрация влияния новых технологий в добыче газа на охрану окружающей среды и методологии, имеющие чисто экологическое

направление, на процессы контроля утечек газа и дегазации экосистем на нефтегазоконденсатных месторождениях ООО «Газпром добыча Ямбург».

Сейчас четко прослеживается переход от использования АСУ ТП отдельных газопромысловых объектов к информационно-управляющим системам (ИУС) всего комплекса технологий газового промысла, и далее, к интеллектуальным интегрированным информационно-управляющим системам добычного комплекса с оперативно корректируемой моделью разработки месторождения. Предпосылки на такой переход уже доказали свою эффективность результатами, полученными при решении комплекса принципиально новых технологических задач, которые удастся поставить при расширении возможностей эксплуатируемых АСУ ТП. Примером может служить разработанная научно-производственным объединением «Вымпел» система «Ямбург – Гиперфлоу™», позволившая контролировать и управлять процессами на не электрифицированных кустах газовых скважин. Ее особенность – она функционирует, используя энергию возобновляемых источников: ветра, солнца и тепла поступающего из недр месторождения газа. А это значит, что в тундре не устанавливаются дополнительные опоры линий электроснабжения, не выбрасываются дополнительные объемы парниковых газов для генерации энергии, необходимой для функционирования этой системы. Схематически данная система представлена рис. 1.

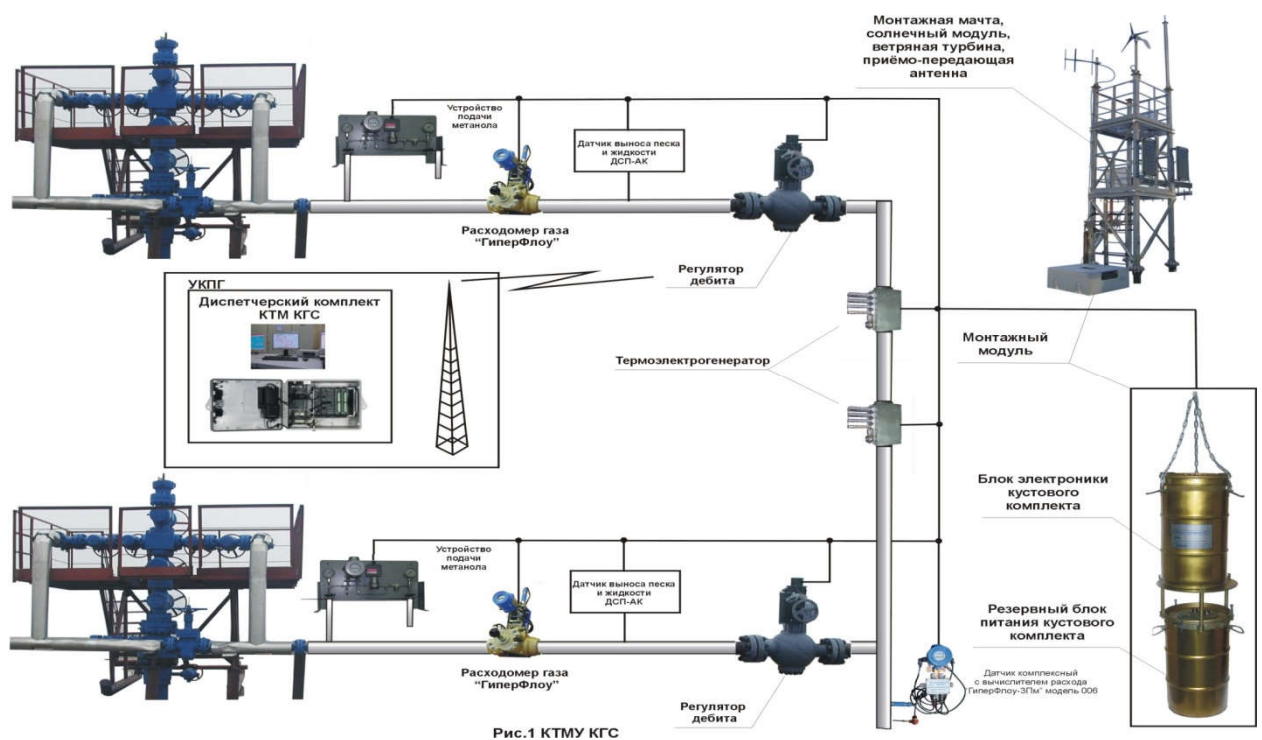


Рис. 1. Комплекс телемеханических устройств не электрифицированного куста газовых скважин «Ямбург-Гиперфлоу™»

Появление такой системы сразу разбудило творческий потенциал инженерно-технической части штатного состава Общества. Прежде всего, удалось разработать принципиально новую, инновационную технологию проведения газодинамических испытаний кустов газовых скважин, полностью исключая выпуск парниковых газов в атмосферу. Основа технологии – использование данных телеметрических систем, а управление процессом испытаний осуществляет АСУ ТП с помощью телемеханики. При испытаниях исследуемые скважины разделяют на пары, имеющие максимальную степень наложения контуров питания. Одновременно исследуют две группы скважин из указанных пар. Одну группу на режимах обратного хода, с уменьшением дебита до полной остановки, а другую на режимах прямого хода, с увеличением дебита до предельно допустимой величины. Затем изменение дебита меняют на противоположное. При этом суммарный дебит каждой пары скважин и общий дебит куста удерживают практически постоянным.

Технология позволяет проводить исследования скважин при их совместной работе в газосборный коллектор на всех возможных режимах. В результате отбор газа с куста скважин не снижается, и газ в атмосферу не выпускается, а отправляется потребителю [2].

Учитывая ограниченный объем статьи, все найденные инновационные решения различных задач приводить не будем. Остановимся лишь на представляющей особый интерес задаче предупреждения и парирования потенциальных последствий системных аварийных ситуаций. В большинстве таких случаев без информационных управляющих систем и АСУ ТП не обойтись. Но это всего лишь необходимое условие. Непременно необходимо представить также и перечень достаточных условий, при соблюдении которых можно не только исключить саму возможность реализации такой ситуации, но еще и существенно снизить издержки производства по добыче газа и газового конденсата и минимизировать соответствующие экологические риски.

Наиболее сложной на этом пути оказалась задача построения математической модели управляемого процесса, т.к. она должна отвечать критерию «точная модель» и в тоже время учитывать влияние на процесс ряда параметров, аналитическое описание которых поддается лишь методам нечеткой математики.

Но использование лишь методов нечеткого моделирования, либо только методологии экспертных систем в условиях газовых промыслов требует применения суперкомпьютеров и не «подъемных» по объему баз знаний и разработки правил их использования – что совершенно не реально и не осуществимо.

Обойти эти трудности удалось, используя гибридный метод моделирования. Он предусматривает декомпозицию технологического процесса на подпроцессы так, что базовая часть описывается математическим аппаратом классической науки, другая часть теорией нечетких множеств, и третья часть методологией экспертных систем. Параметры первого (базового) подпроцесса измеряют средствами автоматизации и учитывают в модели классической науки, определяя в первом приближении область решения без учета возможных помех и второстепенных факторов.

Параметры второго подпроцесса как правило не измеряют по разным причинам, и их влияние проще рассчитать, используя модель нечеткой математики в виде поправки к решению, полученному первым блоком. Примером такой оценки может служить степень занесенности газосборного шлейфа снегом и его влияние при сегодняшнем направлении ветра на технологический процесс. Очевидно, что такую оценку может сделать лишь опытный оператор, и только на «глаз». Вот такие оценки и определяют «Область нечетких методов решения». Их не так много, и уже не требуется суперкомпьютер.

Влияние на процесс третьей группы параметров проще оценить поправкой, определяемой экспертной системой, использующей достаточно простые и понятные правила. В качестве примера одно из правил.

ЕСЛИ: после выполнения алгоритма принятия решений по управлению процессом предупреждения гидратообразования и коррекции значения поправки, определенной методами нечеткой логики, все равно температура в шлейфе ниже температуры гидратообразования, **ТО** продуть газосборный шлейф.

Набор таких правил, как известно, не велик, и не требует использования суперкомпьютера, т.е. АСУ ТП вполне справляется с задачей, переходя в такие моменты в область экспертных оценок с использованием соответствующей базы знаний.

Интегрируя полученные результаты, можно достаточно точно определить выходной параметр системы, соответствующий реально действующему объекту. Такой подход, при высоком качестве моделирования, обеспечивает управление объектом в реальном масштабе времени и использует минимальные вычислительные мощности.

Рассмотрим более подробно пример реализации этого подхода при решении задачи предупреждения гидратообразования в газосборных шлейфах. Для этого средствами телеметрии контролируют температуру газа на устье скважины t_w и на выходе газосборного шлейфа t_p . Одновременно вычисляют теоретическое значение температуры газа на выходе газосборного шлейфа t_t по формуле Шухова, используя контролируемые телеметрией параметры.

Методами нечеткого моделирования определяют поправку Δt_c учитывающую влияние внешних, не контролируемых факторов (таких, как занесенность шлейфа снегом, направление ветра и пр.). Соответственно, расчетное значение температуры газа t_c определяют, добавив поправку к теоретическому значению температуры. Значения расчетной и фактической температур представляют синхронными функциями, как показано на рис. 2.

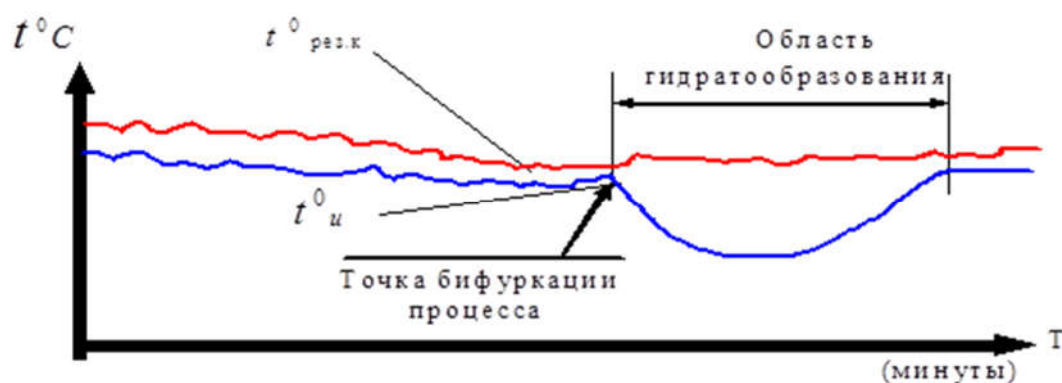


Рис. 2. Динамика изменения значений температуры газа во внутрипромысловом шлейфе, рассчитанная по гибридной модели и регистрируемая на входе УКПГ

Если эти графики идут параллельно, то гидратообразования нет, и подавать метанол не нужно. Как только динамика изменения расчетной и фактической температур становится разной (на рисунке – «Область гидратообразования»), на вход шлейфа подают метанол до тех пор, пока разность между этими температурами снова не станет постоянной (в допустимых пределах).

Создав эту технологию, нам удалось «научить» АСУ ТП определять в автоматическом режиме, где именно начался процесс гидратообразования, и куда лучше всего подавать ингибитор. Эффект этой разработки превышает 10 млн. руб. в год только на экономии закупок метанола. Это следствие того, что новая технология работает по

факту, вблизи границы реализации системной аварии, но не допускает ее. Результат – решены две задачи, и предупреждение аварии, и снижение издержек производства [3, 4].

Естественно возникает вопрос – а можно ли использовать такой, или аналогичный подход к гарантированному решению чисто экологических задач, связанных, наряду с прочими, с минимизацией выделения различных газов из нарушенных экосистем. Рассмотрим задачу по рекультивации почв – восстановлению утраченного плодородия. Фактически нарушение естественного состояния какого-то участка тундры вследствие техногенного воздействия или опустынивания по иным причинам можно считать системной аварийной ситуацией – или экологической катастрофой. Решается эта задача просто работами по рекультивации. Но результат этих работ и их качество можно узнать через несколько лет, когда никто за него не будет отвечать, но он может быть и отрицательным.

Фактически мы, как и в предыдущих задачах работаем со вполне определенным переходным процессом из одного состояния в другое, а нарушение состояния тундровой системы можно рассматривать как ее бифуркацию. Следовательно, решать эту задачу управления процессом рекультивации необходимо используя соответствующий чувствительный параметр. Таким параметром оказался фермент дегидрогеназа, который вырабатывается бактериями в системе «Почва–Растения–Бактерии», являющейся их естественным симбиозом.

Изучив особенности поведения такой системы, выявили, что максимум за 30 дней, в лабораторных условиях, и даже зимой, можно определить, из какого ближайшего месторождения и в каких количествах торф лучше всего обеспечит рекультивацию именно этого участка. Более того, если использовать гумат калия для повышения эффективности рекультивации, то можно одновременно определить, из какого ближайшего месторождения необходимо брать торф для его производства для гарантированного достижения заранее требуемого результата. И это можно выяснить максимум за 30 дней в лабораторных условиях даже зимой. Базовый пакет патентов на эти технологии уже получен. В настоящее время нами совместно с технопарком «Ямал» отрабатываются на практике эти инновационные технологии, и все уточнения оформляются как предполагаемые изобретения по их развитию. И это не просто теоретические разработки. Они подкреплены реальными лабораторными и полевыми исследованиями. Лабораторные исследования проводятся в институтах РАН с образцами

грунтов и торфа Надым-Пур-Газовской провинции и с острова Белый. Впереди полный, комплексный пакет разработанных инновационных технологий оптимальной рекультивации нарушенных земель, учитывающий их индивидуальные особенности (т.е. объектно-ориентируемый), аналогов которым сегодня нет ни у кого. Одновременно решается задача естественной секвестрации парниковых газов и защиты вечномёрзлых грунтов от тепловой деструкции с соответствующим снижением уровня их дегазации. И это интеллектуальная собственность ЯНАО и ПАО «Газпром» [5].

Таким образом, используя принципы обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды на лицензионных участках ООО «Газпром добыча Ямбург», показаны инновационные технологические приемы для контроля утечек газа и инновационные методы рекультивации нарушенных экосистем для устранения природной дегазации как при растеплении метангидратов, так и путем поглощения выделяемого углекислого газа за счет формируемого вегетационного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арно О.Б., Арабский А.К., Балтабаев Ш.Г. и др. Технология управления рисками аварийных ситуаций на объектах добычи и транспорта газа Ямбургского НГКМ, связанных с воздействием сил морозного пучения на свайные фундаменты // Проблемы анализа риска. 2017. № 2. С. 84–91.
2. Патент № 2338877 RU. Способ группового проведения исследований кустовых газовых и газоконденсатных скважин на стационарных режимах фильтрации // Андреев О.П., Зинченко И.А., Кирсанов С.А., Ахмедсафин С.К. Патентообладатель ООО «Газпром добыча Ямбург». Заявка 2007113621, завл. 12.04.2007, опубл. 20.11.2008, бюл. № 32.
3. Андреев О.П., Арно О.Б., Арабский А.К. Повышение надежности функционирования АСУ ТП газотранспортных систем нефтегазоконденсатных месторождений Крайнего Севера // Газовая промышленность. 2015. № 720, С. 49–52.
4. Андреев О.П., Арно О.Б., Арабский А.К., Кирсанов С.А. Природосберегающие технологии в добыче газа // Деловой журнал «Neftegaz.RU». 2013. № 7–8, 2013. С. 14–19.
5. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галулин Р.В. и др. Экологическая политика ООО «Газпром добыча Ямбург» // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2013. № 2. С. 38–42.