

УДК 622.276:658.58; 622.279:658.58

## Технико-технологические решения при реализации проектов по добыче углеводородов, в том числе в районах Крайнего Севера и Арктической зоны

В.Д. Балашова<sup>1\*</sup>, Р.В. Роганов<sup>1</sup>, Е.А. Ананьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Российская Федерация, 169330, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, д. 1-а

\* E-mail: v.balashova@sng.vniigaz.gazprom.ru

### Ключевые слова:

газ, месторождения, эксплуатация скважин, технология, газлифт, сепаратор, эжектор.

**Тезисы.** Нефть и природный газ в настоящее время являются основными энергоносителями в мире (более 70 %), спрос на них будет только расти, несмотря на конкуренцию со стороны параллельно развивающихся атомной, тепловой и гидроэнергетики. Основная часть месторождений углеводородов (УВ) эксплуатируется в относительно комфортных климатических условиях.

Учитывая, что запасы УВ этих месторождений иссякают, нефтегазодобывающие компании вынуждены осваивать сложные труднодоступные регионы Крайнего Севера и Арктической зоны. При этом появляются, с одной стороны, большие возможности, с другой – риски на всех этапах освоения месторождений: поиск, разведка, строительство скважин, обустройство месторождений и эксплуатация промысловых комплексов.

Основными объектами научно-промысловых исследований, проводимых ухтинским филиалом ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (далее - филиал) являются месторождения, эксплуатируемые в суровых климатических условиях. Это нефтегазоконденсатные месторождения (НГКМ) Вуктыльской группы (Вуктыльское, Югидское, Западно-Соплесское, Печорокожвинское – Крайний Север), Бованенковское (п-ов Ямал), Чаяндинское (Восточная Сибирь) и др.

Исследования специалистов филиала по эксплуатации скважин, промышленной подготовке и транспортировке углеводородной продукции направлены на решение следующих основных задач:

- разработка, испытание и внедрение техники и технологий для освоения, эксплуатации скважин и системы промышленного сбора УВ;
- моделирование технологических процессов и разработка рекомендаций по повышению эффективности объектов добычи УВ;
- исследование эффективности и разработка рекомендаций по улучшению промышленной подготовки и транспортировки УВ, определение показателей качества природного газа в промысловых условиях;
- разработка технологий, методов и рецептур для профилактики и борьбы с осложнениями, сопутствующими добыче УВ (твердые парафины, коррозия, газовые гидраты, механические приемы и др.);
- разработка нормативных документов, в том числе специальных технических условий, регламентов производства и проектирования промысловых объектов.

В настоящей статье в формате краткого обзора представлены ключевые разработки филиала в области эксплуатации скважин, промышленной подготовки, сбора и транспортировки газа, газового конденсата и нефти.

Месторождения Вуктыльской группы эксплуатируются в режимах падающей добычи и завершающей стадии разработки, когда остаточные запасы невелики, пластовое давление снижается и появляются вытекающие из этого технологические проблемы.

Особенно проблемы обостряются на завершаемом этапе разработки месторождений, когда вследствие падения пластового давления эксплуатация скважин сопровождается скоплением жидкости на их забое. Прогнитодавление на пласт столба жидкости в скважине приводит к уменьшению ее дебита, самоглушению и полной остановке. В этой ситуации обеспечение проектных показателей добычи углеводородов становится невозможным.

Происходит выпадение жидкости и в шлейфах скважин, что приводит к неустойчивой работе всей газосборной системы промысла и другим сопутствующим осложнениям, требующим нежелательной продувки шлейфов скважин на факел и прочих геолого-технологических мероприятий.

Для решения этой проблемы специалистами филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта (далее – филиал) была разработана и внедрена на Вуктыльском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) газлифтная технология удаления жидкости с забоя скважин с помощью использования газа высокого давления [1].

Недропользователем проведена соответствующая обвязка устья скважин и запущена газлифтная технология, благодаря которой реанимированы простаивающие скважины и увеличена производительность малодобитных скважин. Газ высокого давления (ГВД) подается из магистрального газопровода СРТО – Ухта – Торжок.

Со временем в некоторых скважинах вследствие дальнейшего снижения пластовой энергии газлифтная технология становилась малоэффективной, потребовались новые решения. Технология была дополнена сначала стационарным, а затем извлекаемым скважинным струйным насосом. Скважины получили вторую жизнь. На текущий момент времени на Вуктыльском НГКМ количество скважин, оборудованных под газлифтную и газлифтно-струйную технологии, составляет соответственно 53 и 5 ед. Результаты анализа работы фонда скважин, проведенного в рамках авторского сопровождения разработки месторождений Вуктыльской группы, показывают, что проблема самоглушения скважин остается острой и актуальной, а разработанные филиалом газлифтные технологии – востребованными.

По последним данным, эти технологии начали применяться в скважинах Западно-Соплесского (5 ед.), Югидского (2 ед.) и Печорокожвинского НГКМ (2 ед.).

Следует также отметить, что в 2019 г. закончена опытно-конструкторская работа, выполненная филиалом по договору

с ПАО «Газпром», по разработке насоса струйного скважинного универсального (НСУ) для освоения и эксплуатации скважин, интенсификации добычи углеводородов, в том числе в условиях аномально низкого пластового давления.

Разработан, запатентован и изготовлен в филиале малогабаритный комплект скважинного оборудования, в состав которого входят корпус насоса, извлекаемые вставки для освоения, интенсификации добычи и эксплуатации скважины, позволяющий производить спуски и подъемы его рабочих вставок различного назначения с помощью геофизического подъемника вместо проведения длительных и дорогостоящих спусков и подъемов насосно-компрессорных труб (рис. 1).

Опытный образец НСУ успешно прошел промысловые приемочные испытания в скважине № 105 Печорокожвинского НГКМ.

В 2020 г. по решению ПАО «Газпром» опытный образец поставлен на ресурсные испытания. Экономическая эффективность от использования НСУ достигается за счет уменьшения эксплуатационных затрат вследствие сокращения спуско-подъемных операций при проведении капитального ремонта скважин. Эффектообразующим критерием при этом является повышение технического уровня оборудования для освоения и эксплуатации скважин, интенсификации добычи углеводородов.

В продолжение «струйной» тематики следует отметить регулируемый эжектор для системы сбора и подготовки углеводородов ЭРСС-П (Ц)-УХЛ (рис. 2), разработанный и изготовленный в филиале. Опытный образец этого эжектора успешно прошел ведомственные испытания на УКПГ-1 Вуктыльского НГКМ. Эжектор отличается от обычной классической конструкции тем, что вращением штурвала приводится в движение шток, перемещающий центральное сопло относительно

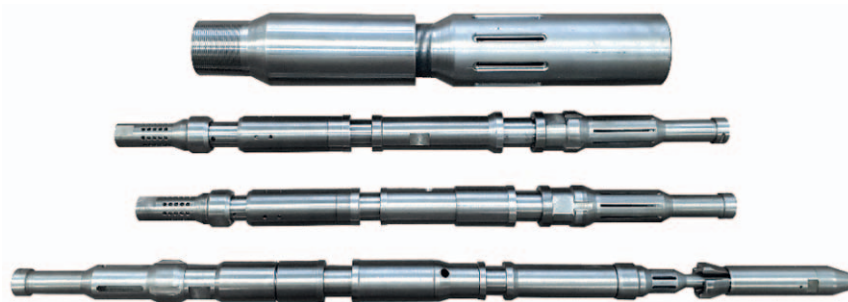


Рис. 1. Комплект НСУ



**Рис. 2. Регулируемый эжектор для системы сбора и подготовки углеводородов: а – конструирование в формате 3D; б – установка в технологической линии**



**Рис. 3. Испытание и внедрение ПАВ в скважинах месторождений ПАО «Газпром»**

неподвижной рабочей камеры, за счет чего изменяется площадь сечения кольцевого сопла. Это позволяет изменять параметры работы эжектора под текущий технологический режим без его демонтажа с места установки, разборки и замены сопел [2].

Для улучшения условий выноса жидкости из газоконденсатных скважин специалистами филиала были разработаны, испытаны и внедряются (рис. 3) рецептуры поверхностно-активных веществ (ПАВ) [3, 4].

Так, использование ПАВ на Вуктыльском НГКМ позволило увеличить дебит малопродуктивных скважин по газу в среднем на 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут, газовому конденсату на 0,6 м<sup>3</sup>/сут с продолжительностью устойчивого эффекта в среднем 70 сут.

На Медвежье НГКМ за счет применения ПАВ увеличение дебита скважин по газу получено до 25 тыс. м<sup>3</sup>/сут со средней продолжительностью эффекта порядка 27 сут.

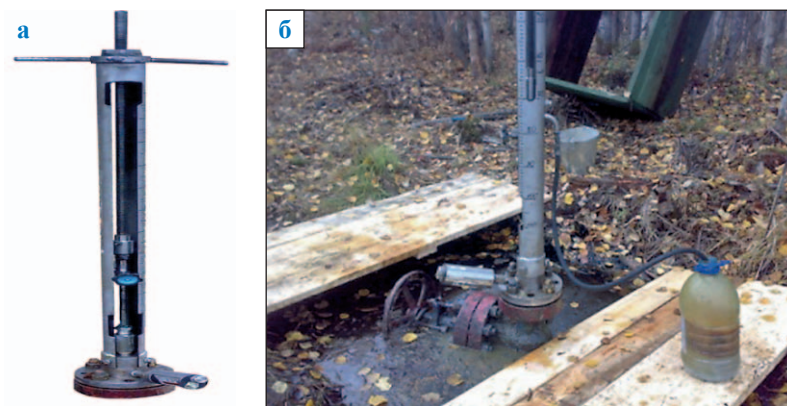
Специалисты филиала также проводят исследования коррозионного состояния скважинного и промышленного оборудования с выявлением основных факторов, влияющих на их коррозию. При этом комплексные научные лабораторные исследования включают:

- изучение физико-химических свойств проб продукции скважин на агрессивность;
- определение вида коррозии (сероводородная, углекислотная, др.);
- испытание образцов металла в агрессивной и ингибированной средах.

По результатам лабораторных работ и испытаний проводится выбор эффективного ингибитора коррозии, а также подбор материала, устойчивого к агрессивному воздействию.

Промысловые исследования включают мониторинг коррозии с помощью образцов-свидетелей, а также сопровождение внедрения рекомендованного ингибитора. Такие работы выполняются на месторождениях Вуктыльской группы и Василковском ГКМ (на постоянной основе). В рамках выполнения одной из НИОКР разработана «Геоинформационная система коррозионного мониторинга» [5].

Специалисты филиала имеют опыт разработки технологических решений (методов) по предотвращению и удалению отложений твердых парафинов в технологическом оборудовании. При этом выполняются аналитические исследования, определение компонентного и группового составов проб нефти, разработка ингибиторов, лабораторные эксперименты с определением эффективных ингибиторов и сопровождение внедрения разработанных технологий и ингибиторов. Работы выполнялись для нужд месторождений Вуктыльской группы. В итоге получен эффект от применения результатов исследований и внедрения рекомендованного ингибитора на девяти скважинах и межпромысловом конденсатопроводе Югидского НГКМ.



**Рис. 4. Устройство для отбора проб и измерения температуры в трубопроводе по его сечению: а – устройство для отбора проб; б – установка устройства в трубопроводе**

В рамках выполнения работ по профилактике парафиноотложений специалистами филиала разработано устройство для отбора проб и измерения температуры в трубопроводе по его сечению [6]. Устройство (рис. 4) было использовано при мониторинге режима работы межпромыслового конденсатопровода Печорокожвинское НГКМ – Западно-Соплесское НГКМ – Вуктыл в разные периоды года.

Особенность разработанного устройства – перемещающийся полой шток, с помощью которого возможно произвести отбор пробы потока от нижней образующей трубы до верха (или наоборот), определить температуру, давление потока и условные уровни транспортируемых сред (границы «вода – жидкий углеводород – газ»). Результаты мониторинга позволили разработать рекомендации по обеспечению устойчивой работы конденсатопровода в оптимальном режиме.

Специалистами филиала проводятся комплексные промышленные исследования и научное сопровождение процессов промышленной подготовки газа, газового конденсата на Бованенковском НГКМ (ГП-1, ГП-2, ГП-3 и УСКиРМ), в том числе определение уноса капельной жидкости с газом сепарации. На этом месторождении установлены сепараторы разных производителей: ООО «НПК «ОйлГазМаш», ООО «СервисСпецМаш», ООО «Палл Евразия», АО «ЦКБН», ООО «ИВЦ Инжехим» и др. Определение сравнительных показателей эффективности этих сепараторов представляется проблематичным, так как отсутствуют



**Рис. 5. Устройство для определения уноса капельной жидкости с газом сепарации**

единая методика и оборудование для инструментального определения уноса газом сепарации капельной жидкости.

В этом направлении филиалом уже накоплен некоторый аналитический и практический опыт, продолжают и планируются работы по экспериментальному, методическому и нормативному обеспечению исследований эффективности работы сепарационного оборудования на месторождениях ПАО «Газпром». В филиале разработано и изготовлено устройство для инструментального определения уноса капельной жидкости с газом сепарации (рис. 5), которое используется при проведении промышленных исследований и продолжает совершенствоваться специалистами филиала.

\*\*\*

Обобщая накопленный филиалом опыт в области эксплуатации скважин, промысловой подготовки и транспортировки углеводородов, следует отметить, что при разработке проектов обустройства промысловых объектов, технических и технологических решений для добычи

углеводородов в сложных труднодоступных регионах, к которым относятся Крайний Север и Арктическая зона, особое внимание следует уделять повышению качества и надежности технологических объектов с учетом природно-климатических условий и сохранения естественного экологического равновесия региона.

### Список литературы

1. Пат. 2133331 Российская Федерация, МПК E 21 B 43/00. Способ управления эксплуатацией газлифтной скважины / Федосеев А.В., Шелемей С.В., Марченко Г.М. и др. – № 971109696/03; заявл. 02.07.97; опубл. 20.07.99.
2. Пат. 63472 Российская Федерация, МПК F 04 F 5/48. Регулируемый эжектор (варианты) / Квачантирадзе Г.М., Крачковский В.В., Погуляев С.А. и др. – № 2007106204; заявл. 19.02.2007; опубл. 27.05.2007.
3. Пат. № 2456324 Российская Федерация, МПК С 09 К 8/536. Твердый пенообразователь для удаления жидкости с забоя скважины / Волков А.А., Чернышев И.А., Меньшиков С.Н. и др. – № 2011112417; заявл. 31.03.2011; опубл. 20.07.2012.
4. Пат. № 2456326 Российская Федерация, МПК С 09 К 1/54. Состав комплексного действия для обработки призабойной зоны газовой скважины / Волков А.А., Чернышев И.А., Меньшиков С.Н. и др. – № 2011112415; заявл. 31.03.2011; опубл. 20.07.2012.
5. Пат. № 119145 Российская Федерация, МПК G 06 F 17/30. Геоинформационная система коррозионного мониторинга / Волков А.А., Балашова В.Д., Михайлов А.П. и др. – № 2012707875/08; заявл. 01.03.2012; опубл. 10.08.2012.
6. Пат. № 124944 Российская Федерация, МПК F 17 D 3/10. Устройство для отбора проб и измерения температуры в трубопроводе / Квачантирадзе Г.М., Михайлов А.П., Балашова В.Д. – № 2012132359/06; заявл. 27.07.2012; опубл. 20.02.2013.