



НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЦИФРОВЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СКВАЖИН

А.Н. ЕРЕМИН (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)



Обобщен опыт строительства цифровых и интеллектуальных скважин в России и за рубежом за 2010-2016 гг. Выявлены основные характеристики и особенности эксплуатации умных скважин на море и на суше. Предложена классификация цифровых и интеллектуальных скважин.

Ключевые слова: типы цифровых и интеллектуальных скважин, система классификации цифровых и интеллектуальных скважин, умная добывающая скважина, умная нагнетательная скважина, бионическая скважина.

Технология создания умных скважин привела к одному из самых значительных прорывов в интеллектуальных инновационных технологиях добычи углеводородов за последние годы. Она позволяет инженерам активно управлять, удаленно щупировать или закрывать продуктивные зоны с низкой производительностью без остановки скважин. Умные скважины или скважины с умным заканчиванием – это скважины, которые комплектуются постоянным оборудованием для скважинных измерений или устройствами контроля притока (приемистости) или тем и другим (Gaoetal, 2007). Строительство первой умной скважины было закончено в августе 1997 года на платформе на натяжных опорах Saga's Snorre в Северном море. Компоненты и оборудование для работы “умных” скважин с большим успехом применяются в различных регионах мира, включая РФ, США, Северное море, Западную Африку, Ближний Восток, Бруней и Австралию. Количество цифровых скважин в мире на 01.11.2015 г. превысило 15 000, из них в России – более 2000. В 2016 г. ожидается, что компания Shell будет осуществлять управление всем своим фондом скважин в режиме реального времени – 24/7, а компания BP будет осуществлять аналогичное управление на 60 % своего эксплуатационного фонда скважин. Можно утверждать, что в РФ цифровая добыча нефти и газа в режиме реального времени стремительно набирает темпы своего развития и охватывает уже не только морские месторождения, но и континентальные. Фонд действующих умных скважин распределяется следующим образом. Около 22 % это скважины на

подводных промыслах, 26 % умных компоновок были установлены на скважинах морских платформ и 52 % – это умные месторождения на суше [1].

Цифровая скважина – комплекс подземного оборудования, состоящий из активных устройств контроля притока (Inflow Control Valves – ICV); зональной изоляции с помощью пакеров со сквозным проходом, изолирующих отдельные интервалы перфорации; забойных (погружных) систем слежения в реальном времени – скважинные цифровые (Permanent Gauges) и опто-волоконные системы (Distributed Temperature Sensing – DTS); автоматических систем безопасности, телеметрического оборудования. В прошлом устройства (клапаны) ICD могли работать только на открытие и закрытие. В настоящее время в ICV может быть использовано до 10 ступеней смены штуцеров (+ закрытие) [2-5].

Одной из разновидностей умных скважин является бионическая скважина – это скважина, обладающая экстремальным охватом продуктивного пласта. Количество умных латералей – неограничено. Каждая латераль снабжена электрическим актуатором. Количество умных латералей в настоящее время может достигать до 100-150 на месторождении Гхавар в Саудовской Аравии. Бионическая скважина – это разветвленная скважина с сотнями умных латералей-ветвей, оборудованных электрическими актуаторами, которые отсекают латерали-ветви при достижении высокой обводненности или падении дебита. Для бионических скважин особенно актуальна разработка бескабельных систем управления, в частности создание скважинных

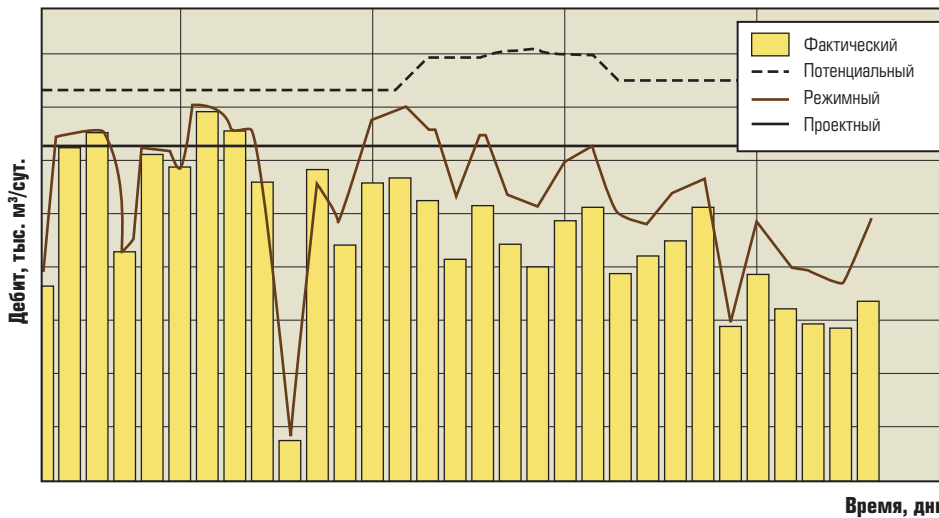


Рис. 1. Сравнение различных режимов работы скважины

клапанов-отсекателей, которые могли бы сбрасывать по радиочастотному коду (RFID – Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) или акустическому коду (AFID – Radio Frequency IDentification, акустическая частотная идентификация), при достижении критических значений по обводненности продукции и/или минимальному дебиту. Основная цель бионической скважины – это увеличение охвата дренирования неоднородных, сложно-построенных карбонатных и терригенных пластов.

На рис. 1 представлены четыре режима работы скважины – фактический, проектный, режимный и потенциальный. Дебит цифровой скважины стремится к режимному, дебит интеллектуальной скважины – к потенциальному.

В таблице 1 приведена новая классификация типовых, цифровых и интеллектуальных скважин. Основное различие заключа-

ется в количестве датчиков, их размещению по скважине, в типе информации, способе и объеме ее передачи в центр управления скважиной, наличии и видах систем телеметрии, используемых методов искусственного интеллекта для предварительной обработки информации и в системах принятия решений.

ВЫВОДЫ

Строительство умных скважин ускоряется. На морских месторождениях вводятся в разработку новые скважины или полностью цифровые или с элементами искусственного интеллекта. Основная тенденция в инновационном строительстве скважин – это создание скважинных сенсорных систем и внедрение безлюдных технологий эксплуатации [7].

Таблица 1. Новая классификация типовых, цифровых и интеллектуальных скважин (по Еремину Ал.Н. – ООО “ГАЗПРОМ-ВНИИГАЗ”, Шмакову В.В. – ПАО “Роснефть” и Еремину Н.А. – ИППГ РАН, 2015, [6])

Параметр	Типовая скважина	Цифровая скважина	Интеллектуальная скважина
Кол-во датчиков (сенсоров), шт	До 5	От 10 до 50	< 50.000
Размещение	Устье	Устье, забой	По стволу от устья до забоя, ПЭС
Тип информации	Аналоговый	Аналоговый/цифровой	Цифровой
Тип передачи информации	Аналоговый	Цифровой	Цифровой
Объем информации	Кб	Мб	Гб
Телеметрия	НЕТ	Элементы	Полный контроль
Системы ИИ	НЕТ	Нечеткая логика	ИИ, САУ, Интеллектуальные агенты, Виртуальные среды
Система принятия решений, Decision Support System, DSS	Ручное	Отдельные элементы АСУ	Безлюдная, Интеллектуальная СПР

Список литературы

1. *Еремин Н.А., Кондратьев А.Т., Еремин Ал.Н.* Ресурсная база нефти и газа арктического шельфа России. //Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика., 2010, вып. 1. <http://www.oilgasjournal.ru/2009-1/3-rubric/eremin.pdf>
2. *Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н.* Управление разработкой умных месторождений //Учеб. пособие для вузов: М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. – 210 с.: ил. ISBN 978-5-91961-329-7.
3. *Еремин Ал.Н.* О типах и видах умных скважин. //Газовый бизнес, 2013, № 6, с. 78-81.
4. *Alexander N. Eremin, Anton N. Eremin, Nikolai A. Eremin.* Smart Fieldsand Wells, учебное пособие на англ. яз. //PCof Kazakh-British Technical University (KBTU) JSC, Almaty, 2013, 344 p. ISBN 978-601-269-053-8.
5. *Еремин Н.А., Еремин Ал.Н.* Современное состояние и перспективы развития интеллектуальных скважин. // Сборник трудов научно-практической конференции “Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии от скважины до магистральной трубы – 2015”.
6. *Еремин Ал.Н., Еремин Н.А.* Современное состояние и перспективы развития интеллектуальных скважин // Нефть. Газ. Новации. 2015, № 12, с. 50-53.
7. *Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Мартынов В.Г., Скопинцев С.П., Еремин Ал.Н.* Скважинные сенсорные системы. // Нефть. Газ. Новации, 2016, № 2, с. 50-55.

Еремин Александр Николаевич – научный сотрудник, ООО “Газпром ВНИИГАЗ”.