



УДК 622.245.723

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН НА САХНОВСКОМ НЕФТЕГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE INTELLIGENT WELL COMPLETION SYSTEM ON THE SAKHNOVSKOYE OIL AND GAS FIELD

Меринов Иван Андреевич

главный специалист управления
по организации и контролю бурения скважин
на месторождениях и ПХГ,
ООО «Газпром инвест»
ivanmerinov@bk.ru

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук,
профессор кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений и
подземной гидромеханики,
Ухтинский государственный технический университет
olgasavenok@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены возможности использования интеллектуальных систем заканчивания скважин на Сахновском месторождении. Выполнен анализ текущей схемы заканчивания скважин на Сахновском месторождении, подробно описана технология интеллектуального заканчивания скважин. Сделан выбор объекта для применения технологии и обоснование эффективности с помощью гидродинамического моделирования. Проведена оценка возможных ограничений использования данной технологии.

Ключевые слова: система интеллектуального заканчивания скважин; эффективность технологии с помощью гидродинамического моделирования; оценка возможных ограничений использования технологии интеллектуального заканчивания; анализ возможности спуска оборудования интеллектуального заканчивания в типовую скважину; моделирование интеллектуальной системы заканчивания; результаты гидродинамического моделирования; анализ чувствительности системы в зависимости от расхода.

Merinov Ivan Andreevich

Chief Specialist of the Office for
Organization and Control of Well Drilling on
the Fields and Underground Gas Storages,
LLC «Gazprom Invest»
ivanmerinov@bk.ru

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of
Development and Operation of Oil and Gas
Fields and Underground Hydromechanics,
Ukhta State Technical University
olgasavenok@mail.ru

Annotation. The article discusses the possibilities of using intelligent well completion systems in the Sakhnovskoye field. The analysis of the current well completion scheme at the Sakhnovskoye field was carried out, and the technology of intelligent well completion was described in detail. The choice of the object for the application of the technology and the substantiation of the efficiency with the help of hydrodynamic modeling have been made. The assessment of possible limitations of the use of this technology has been carried out.

Keywords: intelligent well completion system; efficiency of technology using hydrodynamic modeling; assessment of possible limitations of the use of intelligent completion technology; analysis of the possibility of running intelligent completion equipment into a typical well; modeling of an intelligent completion system; hydrodynamic modeling results; system sensitivity analysis depending on the flow rate.

Обоснование эффективности технологии с помощью гидродинамического моделирования

Для обоснования эффективности технологии интеллектуального заканчивания скважин было проведено гидродинамическое моделирование на примере «гипотетической модели Сахновского месторождения». Для расчётов была вырезана секторная модель с рядом скважин добывающих и нагнетательных скважин. Расчёты заканчивания скважин в гидродинамической модели и моделирование процессов фильтрации проводилось с помощью гидродинамического симулятора «Eclipse 100» фирмы «Schlumberger». На рисунке 1 представлена данная секторная модель (показана насыщенность по нефти и сетка скважин).

Размерность секторной модели – 6000 м × 6000 м × 73 м, количество ячеек 306000 (размерность ячеек 100 × 100 × 0,86 м).

В таблице 1 представлены физико-химические свойства пластовых флюидов и характеристики пласта Нх-III-IV, которые использовались при гидродинамическом моделировании.

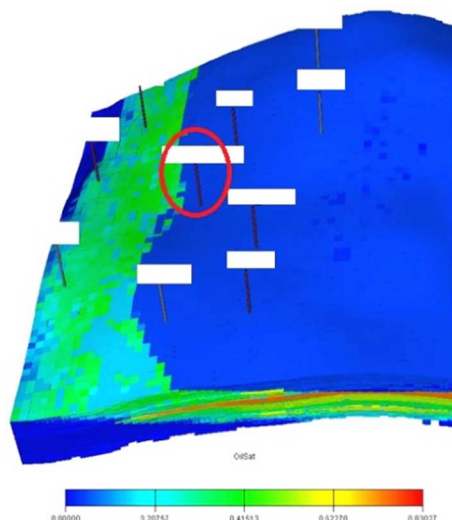


Рисунок 1 – Секторная модель «гипотетического Сахновского месторождения»

Таблица 1 – Геолого-физическая характеристика пласта Нх-III-IV Сахновского НГКМ

Параметры	Нх-III-IV
Начальное пластовое давление (на ГНК, ВНК), МПа	27,1
Вязкость нефти в пластовых условиях, мПа · с	0,75
Плотность нефти в пластовых условиях, т / м ³	0,688
Плотность нефти в поверхностных условиях, т / м ³	0,845
Абсолютная отметка ГНК, м	– 2716
Абсолютная отметка ВНК, м	от – 2748,2 до – 2766,27
Объемный коэффициент нефти, доли ед.	1,458
Содержание серы в нефти, %	0,1
Содержание парафина в нефти, %	3,9
Давление насыщения нефти газом, МПа	27,1
Газосодержание, м ³ / т	211
Содержание сероводорода, %	–
Вязкость воды в пластовых условиях, мПа · с	0,51
Плотность воды в поверхностных условиях, т / м ³	1,007
Сжимаемость, 1 / МПа · 10 ⁻⁴	
– нефти	16,79
– воды	4,1

Для учёта многофазной фильтрации в пористой среде учитывались влияния фазовых проницаемостей и насыщенных (рис. 2 и 3).

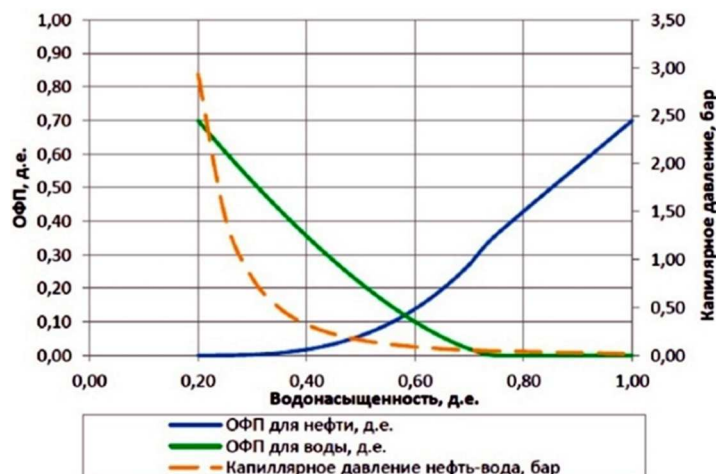


Рисунок 2 – Относительные фазовые проницаемости в системе «нефть – вода» пластов Нх-III-IV

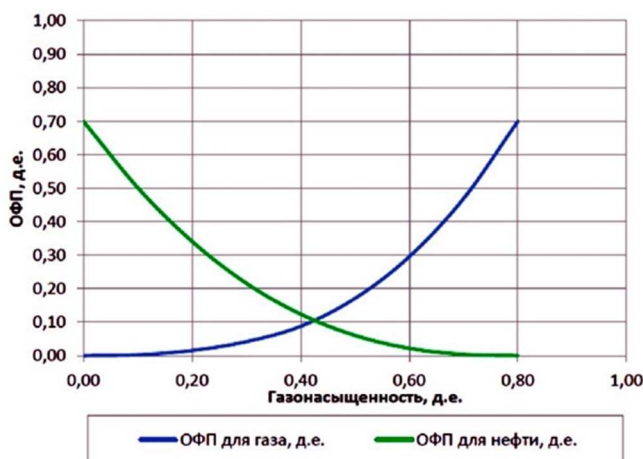


Рисунок 3 – Относительные фазовые проницаемости в системе «нефть – газ» пластов Нх-III-IV

На рисунке 4 представлен разрез по проницаемости с траекторией скважины N, выбранной для моделирования присутствия интеллектуальной системы заканчивания скважины.

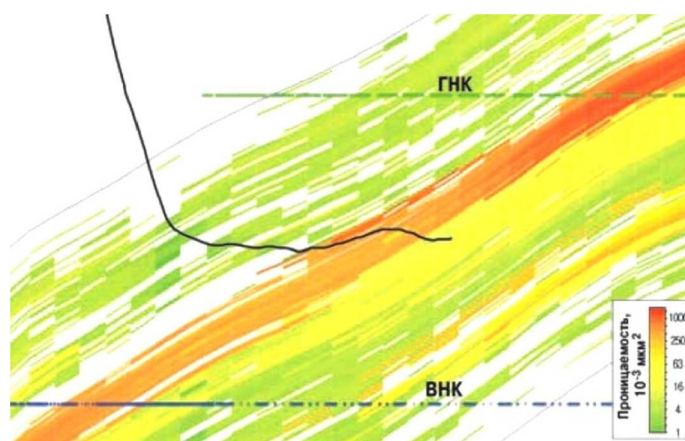


Рисунок 4 – Разрез по проницаемости скважины N

На рисунке 5 представлена схема заканчивания скважины N, построенная в предпроцессоре «Petrel RE» фирмы «Schlumberger».

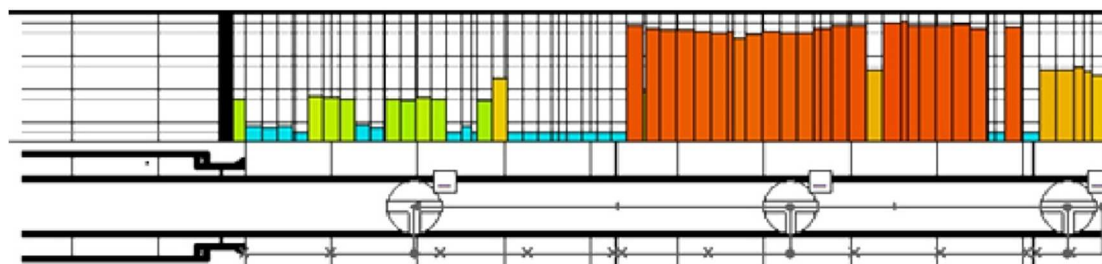


Рисунок 5 – Моделирование интеллектуальной системы заканчивания в «Petrel RE»

Скважина N была разбита заколонными пакерами на 3 зоны (вторая зона представляет собой интервал суперколлектора) и установлены забойные регулируемые клапана. Данная схема заканчивания скважины позволяет регулировать приток из трёх зон с принципиально различными фильтрационно-емкостными свойствами. В случае обводнения скважины по какой-либо из зон (например, по суперколлектору), дистанционно уменьшается диаметр забойного клапана для данного интервала (тем самым снижая депрессию для данной зоны прорыва) с одновременным увеличением депрессии с целью выработки Нх-III и подошвы Нх-IV.

Результаты гидродинамического моделирования для сравнения эффекта внедрения интеллектуальной системы заканчивания скважины показаны на рисунках 6 и 7. За 15 лет работы скважины за



счёт использования интеллектуальной системы заканчивания удалось увеличить накопленную добычу нефти на более чем 165 000 м³ (прирост добычи по сравнению со стандартным заканчиванием противопесочными фильтрами составил более 15 %). За этот же период времени удалось снизить на 42 % приток воды из суперколлектора по сравнению со стандартным заканчиванием.

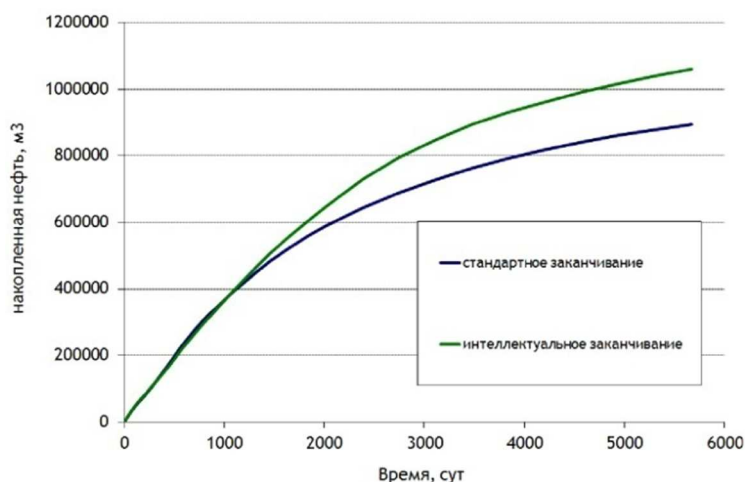


Рисунок 6 – Результаты моделирования – сравнение накопленных показателей добычи нефти

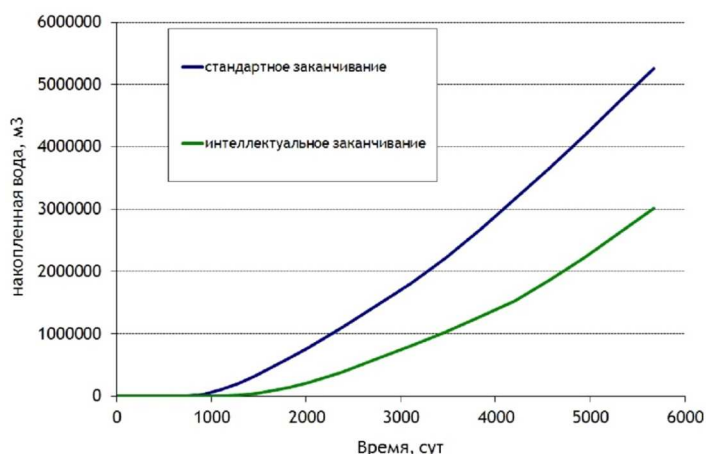


Рисунок 7 – Результаты моделирования – сравнение накопленных показателей добычи воды

Таким образом, результаты гидродинамического моделирования сектора «гипотетического Сахновского месторождения» показали, что внедрение интеллектуальной системы заканчивания скважины на объекте Нх-III-IV «теоретически» позволит значительно увеличить добычу нефти (15 % по результатам моделирования) за счёт снижения добычи прорывной воды из суперколлектора (42 % по результатам моделирования).

Оценка возможных ограничений использования технологии интеллектуального заканчивания в условиях Сахновского месторождения

Схема заканчивания типичной скважины пласта Нх-III-IV Сахновского месторождения с использованием интеллектуальной системы заканчивания представлена на рисунке 8.

Первичное заканчивание скважины состоит из эксплуатационной колонны 178 мм и хвостовика 114 мм (проволочные противопесочные фильтры и заколонные пакеры), подвешенного с помощью пакера подвески 100 метров выше башмака эксплуатационной колонны. Заколонное пространство от точки входа в пласт до пакера подвески цементируется через пакер манжетного цементирования. Скважина разделена на 3 зоны с отделением зоны суперколлектора заколонными пакерами. Внутри вышеописанной компоновки спускается интеллектуальная система заканчивания, которая состоит из:

- НКТ 89 мм в вертикальной части скважины (до пакера подвески хвостовика);
- НКТ 73 мм для доставки оборудования интеллектуального заканчивания в горизонтальную часть скважины;



- пакеров – для разобщения зон;
- клапанов регулируемых с помощью гидравлических линий;
- датчиков Р&Т (датчики давления и температуры для мониторинга работы отдельных зон).

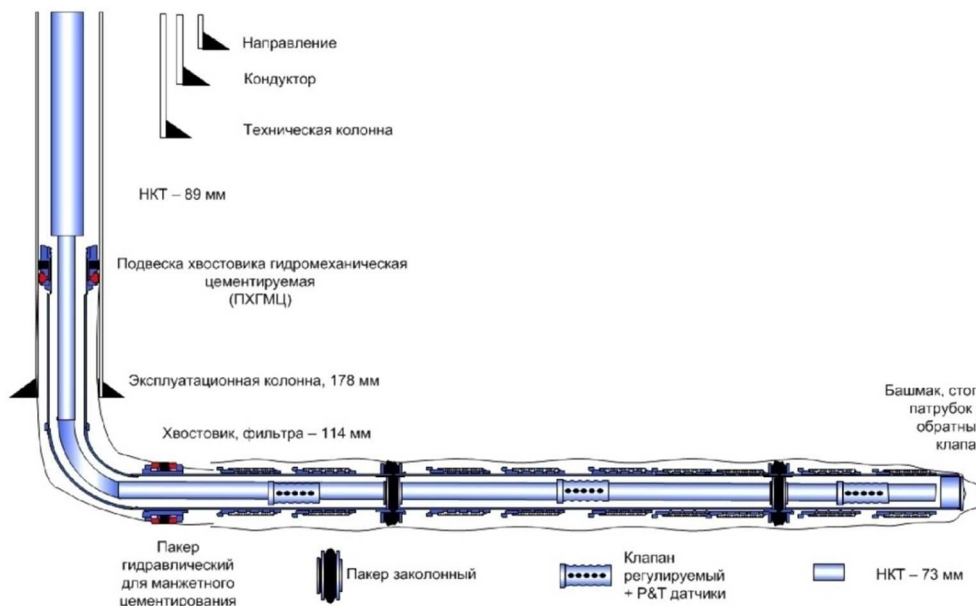


Рисунок 8 – Схема скважины с использованием интеллектуальной системы заканчивания

Одним из узких вопросов по данной схеме заканчивания является «вынужденное» использование НКТ 73 мм для доставки оборудования в горизонтальную часть скважины. Так как используется хвостовик с противопесочными фильтрами 114 мм с внутренним диаметром 97 мм, то это вынуждает использовать НКТ малого диаметра. Для снижения потерь давления из-за трения предлагается выше пакера подвески перейти на НКТ 89 мм (см. рис. 8).

Данная схема заканчивания требует оценки максимального расхода, который возможно использовать в этих условиях. На рисунке 9 представлена характеристика дебитов жидкости скважин Сахновского месторождения по состоянию на 01.01.2019 г. Как видно из данного графика, 86 % дают скважины, работающие с расходом меньше 750 м³ / сут., ещё 7 % добычи обеспечивается скважинами с дебитом по жидкости от 750 до 1000 м³ / сут. Также есть определенное количество скважины с расходом, превышающим 1000 м³ / сут.

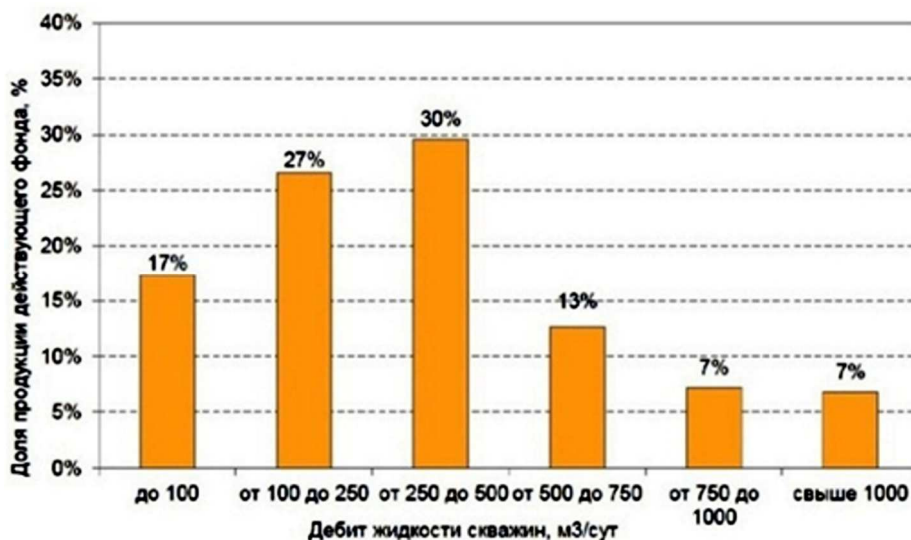


Рисунок 9 – Характеристика дебитов жидкости скважин Сахновского месторождения по состоянию на 01.01.2019 г.

Для оценки потерь на трении в системе интеллектуального заканчивания была построена модель скважины в программе узлового анализа «PipeSim» компании «Schlumberger». Схема скважины,



детали построения модели в программном комплексе «PipeSim», а также параметры, используемые для вычисления продуктивности горизонтальной скважины, представлены на рисунке 10.

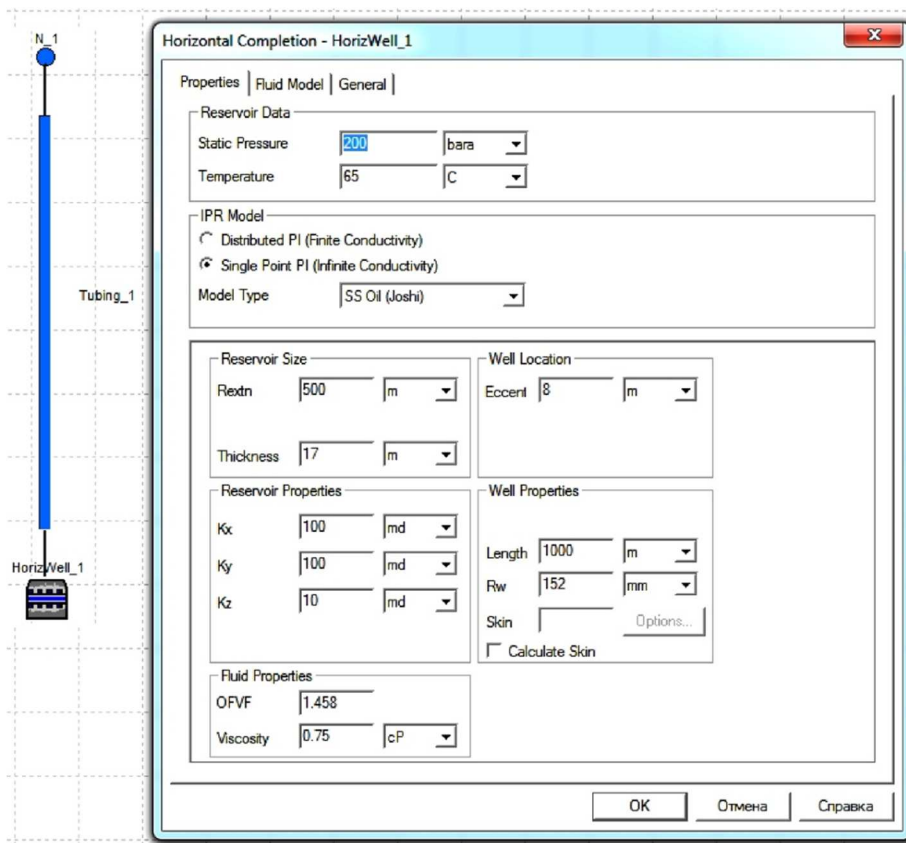


Рисунок 10 – Построение модели заканчивания горизонтальной скважины в «PipeSim»

Проведён анализ чувствительности системы в зависимости от расхода. Расход скважины варьировался от 100 м³/сут. до 1200 м³/сут. Результаты расчётов в «PipeSim» представлены на рисунке 11.

На данном графике представлены профили давления по стволу скважины в зависимости от расхода. Как видно из данного графика, при расходе 1000 м³/сут. и 1200 м³/сут. скважина не будет фонтанировать из-за значительных потерь на давлении. Результаты расчётов по оценке потерь на трение представлены в таблице 2.

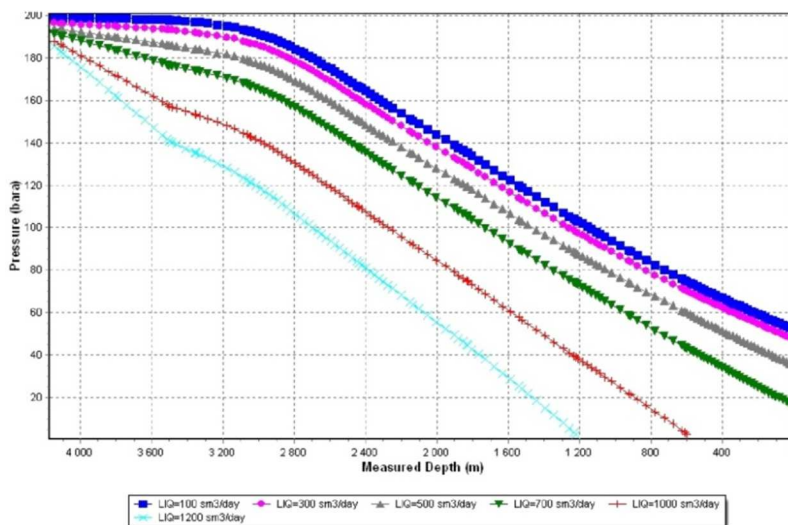


Рисунок 11 – Результаты расчётов в «PipeSim» (распределение давление по стволу скважины)



Таблица 2 – Результаты расчетов в «PipeSim»

Расход по жидкости, м ³ / сут.	Давление на устье скважины, атм.	Потери на трение по заканчиванию скважины, атм.
100	52	1
300	47	9
500	35	25
700	16	49
1000	–	–
1200	–	–

Данные результаты показывают, что в условиях Сахновского месторождения для типичных скважин интеллектуальную систему (в связи со снижением внутреннего диаметра) можно использовать для скважин с дебитом по жидкости до 700 м³ / сут. В случае больших расходов предлагается использовать эксплуатационную колонну и хвостовик большего размера.

Анализ возможности спуска оборудования интеллектуального заканчивания в типовую скважину объекта Nх-III-IV Сахновского месторождения

Одним из важных моментов использования интеллектуального оборудования для заканчивания скважин является обязательная необходимость проводить инженерные расчёты по анализу возможности спуска оборудования до намеченной глубины. Целью проводимых расчётов является определение возможности спуска хвостовика до забоя без риска получения проблем при спуске (таких как заклинивание, посадки и др.), приводящих к дорогостоящим операциям по аварийному извлечению хвостовика. Такие проблемы могут возникать при недостаточной проработке спускаемой компоновки заканчивания, а также несоответствующей программе спуска заканчивания. Особенное внимание этому стоит уделить в случае сложной траектории скважины, наличия высоких коэффициентов трения, скважин с большим отходом от вертикали.

Моделирование спуска интеллектуального заканчивания скважины Сахновского месторождения проведено в программном пакете «RuTAD» АО «Научно-производственной компании «Сиант».

Траектория скважины N Сахновского месторождения, представленная на рисунке 12, является горизонтальной с максимальным углом 92 градуса. Изменение зенитного угла ствола скважины приведено на рисунке 13. Изменение интенсивности искривления ствола скважины представлено на рисунке 14. Интенсивность искривления не превышает 2 градусов на 10 метров, что не превышает рекомендованный производителями предел для спуска оборудования заканчивания.

Такие параметры как внешний и внутренний диаметры, длина, а также погонный вес оборудования представлены на рисунке 15. При моделировании спуска компоновки заканчивания рассматривается вариант, когда ствол скважины заполнен буровым раствором плотностью 1100 кг/м³. Во время спуска идёт доливка этого же раствора во внутреннее пространство компоновки. Рассматривается вариант расчёта, в котором коэффициент трения в обсадной колонне равен 0,3.

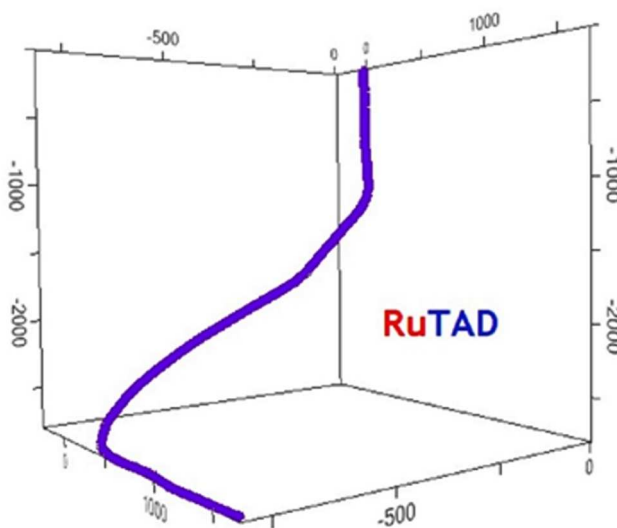


Рисунок 12 – Траектория скважины N Сахновского месторождения

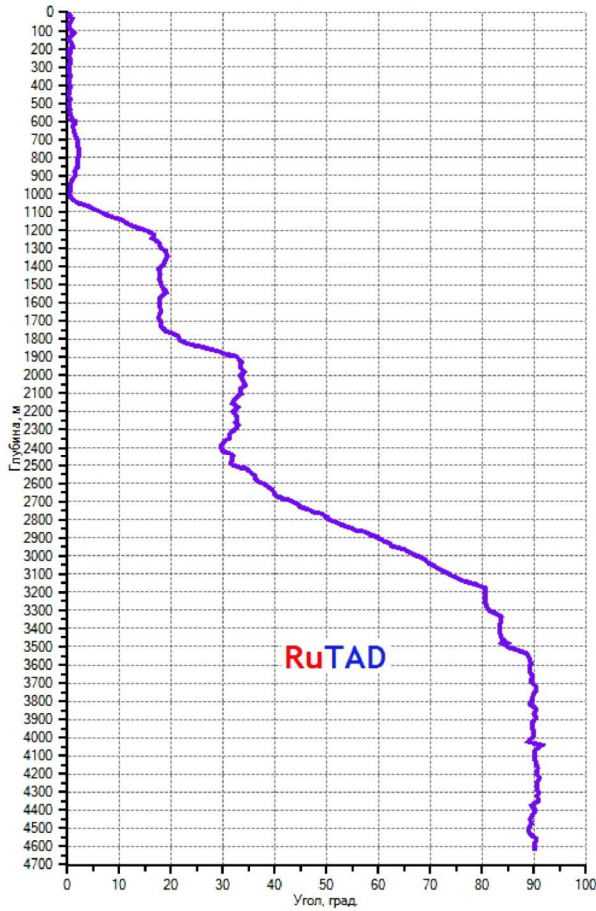


Рисунок 13 – Zenитный угол ствола скважины N Сахновского месторождения

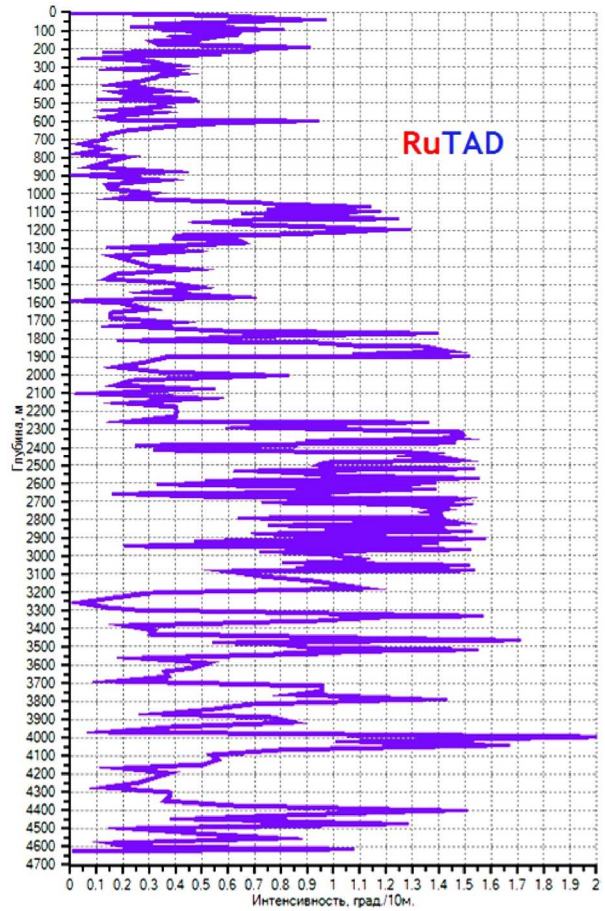


Рисунок 14 – Интенсивность кривизны ствола скважины N Сахновского месторождения

Обсадная колонна / Открытый ствол

Тип	MD верх, м	MD низ, м	Внешний d, мм	Внутренний d, мм	Стенка, мм	Вес, кг/м	Плотность заделки, кг/м ³	Коэффициент трения	Комментарии
Casing	0.00	3528	178	157	10.50	35	1100	0.3	178 mm Casing
Casing	3 528.00	4628.3	133	96.8	18.10	22	1100	0.3	114 mm Liner

Трубы

MD верх, м	MD низ, м	Внешний d, мм	Внутренний d, мм	Стенка, мм	Вес, кг/м	Плотность заделки, кг/м ³	Комментарии
0.00	3500	89	73	8.00	15	1100	89 мм НКТ
3 500.00	3778	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ
3 778.00	3782	89	62	13.50	25	1100	ICV 1
3 782.00	3928	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ
3 928.00	3932	92	62	15.00	27	1100	Packer 1
3 932.00	4128	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ
4 128.00	4132	89	62	13.50	25	1100	ICV 2
4 132.00	4328	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ
4 328.00	4332	92	62	15.00	27	1100	Packer 2
4 332.00	4478	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ
4 478.00	4482	89	62	13.50	25	1100	ICV 3
4 482.00	4620	73	62	5.50	10	1100	73 мм НКТ

RuTAD

Траектория Схема заканчивания Расчеты

Рисунок 15 – Параметры оборудования заканчивания для расчётов по спуску компоновки



Программа производит расчёт распределения силы натяжения и сжатия колонны по глубине. В случае превышения значений сил натяжения / сжатия на каких-либо участках предельно допустимых значений, определяемых профилем скважины, прочностными и геометрическими характеристиками элементов компоновки, возникает риск недоспуска. Также во время спуска крайне важным параметром является вес на крюке во время спуска, что позволяет отследить случай, если веса не будет достаточно, чтобы компоновка смогла дойти до забоя.

На рисунке 16 показаны результаты расчётов – вес на крюке (не учитывает вес крюка) во время спуска компоновки заканчивания до определённой глубины. Данный график показывает, что веса компоновки достаточно для спуска заканчивания до забоя при вышеописанных коэффициентах трения. Остаточный вес на крюке составляет порядка 22 тонн. Анализ потери устойчивости (потеря устойчивости приводит к высокому риску заклинивания оборудования и недоспуска компоновки) показывает, что при спуске компоновки заканчивания до забоя потеря устойчивости (превышение сжимающей нагрузки допустимых пределов – синусоидального и / или геликоидального) не наблюдается (рис. 17).

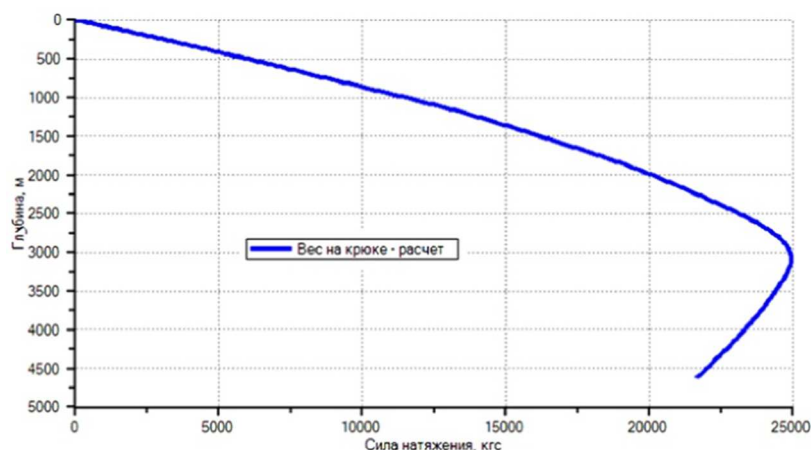


Рисунок 16 – Вес на крюке (не учитывает вес крюка) во время спуска компоновки заканчивания до определённой глубины

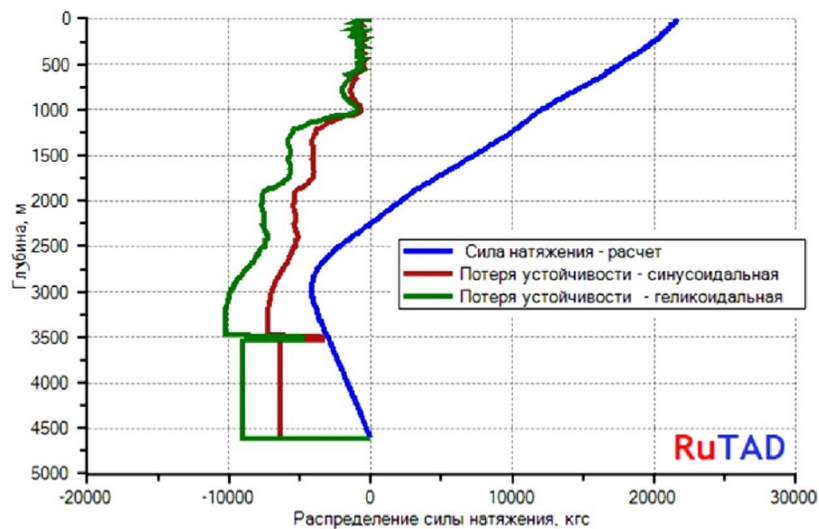


Рисунок 17 – Определение интервалов потери устойчивости при полностью спущенной колонне

Таким образом, компоновка интеллектуального заканчивания для скважины N Сахновского месторождения с большей вероятностью доходит до намеченной глубины.

Следует отметить крайнюю важность подобного типа расчётов, поскольку предварительное моделирование помогает предсказать возможные проблемы со спуском, основываясь на данных по скважине, компоновке заканчивания и геологических данных.

В случае возникновения проблем при спуске, выявляемых с помощью вышеописанных расчётов, могут быть предприняты своевременные действия для их устранения, такие как изменение компоновки, использование более тяжёлых труб (в частности, УБТ, ТБТ), спуск «поплачковым способом» и т.д.



Литература:

1. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2010. – 539 с.
2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.
3. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин»: в 4 томах: учебное пособие. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2013–2014. – Т. 1–4.
4. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин: в 4 томах. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2012–2015. – Т. 1–4.
5. Матвеев А.Ю. Обоснование выбора объекта разработки с использованием технологии интеллектуального заканчивания на Ванкорском нефтяном месторождении (Красноярский край): бакалаврская работа / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД); науч. рук. Ю.А. Максимова. – Томск, 2019. [Электронный ресурс]. – URL : <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/53538>
6. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
7. Экологические аспекты при строительстве нефтяных и газовых скважин: монография / О.В. Савенок [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 652 с.
8. Андреев К.В., Казанцев А.С., Шевченко О.Н. Определение дебита горизонтальной скважины с интеллектуальным заканчиванием // Нефтепромысловое дело. – 2021. – № 3 (627). – С. 25–28.
9. Журавлёв О.Н., Нухаев М.Т., Щелушкин Р.В. Российские системы заканчивания горизонтальных скважин // Нефтесервис. – 2013. – № 4. – С. 38–40.
10. Зайцев В.С., Абуталиева И.Р. Интеллектуальное заканчивание скважин // Материалы X Международной научно-практической конференции «Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа» (06 сентября 2019 года, г. Астрахань). – Астрахань : Издательство Астраханского государственного технического университета, 2019. – С. 39–45.
11. Анализ применения метода интеллектуального заканчивания скважин на нефтегазовом месторождении / К.А. Игликова [и др.] // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Разработка и применение наукоёмких технологий в целях модернизации современного общества» (29 января 2020 года, г. Киров). – Уфа : ООО «Омега Сайнс», 2020. – С. 33–35.
12. Кульчицкий В.В., Огородов А.В., Якунин С.А. Интеллектуальное заканчивание бурения скважин на обсадной колонне // Нефть. Газ. Новации. – 2014. – № 3 (182). – С. 50–52.
13. Пироженко И.А., Рыбальченко Ю.М. Разработка технологии повышения эффективности заканчивания скважин методом селективно-манжетного цементирования // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 3. – С. 231–233.
14. Семёнов А.А., Исламов Р.А., Нухаев М.Т. Дизайн устройств пассивного контроля притока на Ванкорском месторождении // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 11. – С. 20–23.
15. Фурсин С.Г., Григулецкий В.Г. О заканчивании скважин в условиях контролируемой депрессии на пласт // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2014. – № 1. – С. 17–23.
16. Фурсин С.Г., Григулецкий В.Г. о заканчивании скважин в условиях контролируемой депрессии на пласт // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2014. – № 2. – С. 29–35.
17. Цырин Ю.З., Проводников Г.Б. О совместных работах ВНИИБТ и СургутНИПИнефть по повышению эффективности заканчивания скважин // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 3. – С. 19–25.
18. Часовников Д.В. Использование набухающих пакеров при заканчивании горизонтальных скважин // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 3. – С. 125–128.

References:

1. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Krasnodar : LLC Prosveshchenie – Yug, 2010. – 539 p.
2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of oil and gas wells completion. – Krasnodar : Publishing House – South, 2016. – 576 p.
3. Bulatov A.I., Savenok O.V. Workshop on the discipline «Oil and gas wells completion»: in 4 volumes: a training manual. – Krasnodar : Publishing House – South, 2013–2014. – Vol. 1–4.
4. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repair of oil and gas wells: in 4 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2012–2015. – Vol. 1–4.
5. Matveev A.Yu. Substantiation of development object selection using intelligent completion technology in Vankor oil field (Krasnoyarsk region): bachelor paper / National Research Tomsk Polytechnic University (TPU), Engineering School of Natural Resources (ISNR), Department of Oil and Gas Business (ONB); supervisor. Yu.A. Maksimova. – Tomsk, 2019. [Electronic resource]. – URL : <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/53538>
6. Savenok O.V., Kachmar Y.D., Yaremiichuk R.S. Oil and gas engineering in well development. – M. : Infra-engineering, 2019. – 548 p.
7. Environmental aspects in the construction of oil and gas wells: a monograph / O.V. Savenok [et al.]. – M. ; Volgoda : Infra-Engineering, 2021. – 652 p.
8. Andreev K.V., Kazantsev A.S., Shevchenko O.N. Determination of the flow rate of a horizontal well with intelligent completion // Oilfield Business. – 2021. – № 3 (627). – P. 25–28.
9. Zhuravlev O.N., Nukhaev M.T., Shelushkin R.V. Russian systems of completion of horizontal wells // Nefteservis. – 2013. – № 4. – P. 38–40.



10. Zaitsev V.S., Abutaliev I.R. Intelligent well completion // Materials of X International scientific-practical conference «Advanced technologies of hydrocarbon deposits development and safety of the Caspian shelf ecosystems» (September 06, 2019, Astrakhan). – Astrakhan : Publishing house of Astrakhan State Technical University, 2019. – P. 39–45.
11. Analysis of the application of intelligent well completion method in the oil and gas field / K.A. Iglukova [et al.] // Collection of articles of the All-Russian scientific-practical conference «Development and application of high-tech technologies to modernize modern society» (January 29, 2020, Kirov). – Ufa : LLC Omega Sainz, 2020. – P. 33–35.
12. Kulchitskiy V.V., Ogorodov A.V., Yakunin S.A. Intelligent completion of wells on the casing string // Oil. Gas. Innovation. – 2014. – № 3 (182). – P. 50–52.
13. Pirozhenko I.A., Rybalchenko Y.M. Development of a technology to improve the efficiency of well completion by selective-belt cementing // Bulatov Readings. – 2017. – Vol. 3. – P. 231–233.
14. Semenov A.A., Islamov R.A., Nukhaev M.T. Design of passive flow control devices in the Vankor field // Neftyanoye bukhodnya. – 2009. – № 11. – P. 20–23.
15. Fursin S.G., Griguletsky V.G. On completion of wells under controlled underbalanced conditions // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2014. – № 1. – P. 17–23.
16. Fursin S.G., Griguletsky V.G. On completion of wells under controlled underbalanced conditions // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2014. – № 2. – P. 29–35.
17. Tsyryn Y.Z., Provodnikov G.B. On joint works of VNIIBT and SurgutNIPIneft to improve the efficiency of well completions // Bulatov readings. – 2019. – Vol. 3. – P. 19–25.
18. Chasovnikov D.V. The use of swelling packers when completing horizontal wells // Bulatovkie readings. – 2019. – Vol. 3. – P. 125–128.