



ПРИЕМНЫЕ
ТЕРМИНАЛЫ
СПГ



СОКРАЩЕНИЕ
ЭМИССИИ
МЕТАНА НА ПХГ



МОРСКАЯ
ТРАНСПОРТИРОВКА
ГАЗА

Нефтегаз.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

2 [134] 2023

МИРОВОЙ РЫНОК СПГ



Входит в перечень ВАК

Новая технология сжижения природного газа



14

Увеличение извлечения жидких углеводородных компонентов



18

СОДЕРЖАНИЕ

Приемные терминалы СПГ нового поколения как один из ответов на тенденции развития газового рынка



26

ПХГ: анализ методов сокращения эмиссии метана



38

<i>Эпохи НГК</i>	4
РОССИЯ <i>Главное</i>	
Миттельшпиль	6
Таможня не дает добро	8
<i>События</i>	10
<i>Первой строчкой</i>	12
ГАЗОПОДГОТОВКА	
Новая технология сжижения природного газа	14
Увеличение извлечения жидких углеводородных компонентов	18
<i>Календарь событий</i>	21

ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Практика обследования переходов трубопроводов через естественные и искусственные преграды с применением технологии направленных ультразвуковых волн	22
Приемные терминалы СПГ нового поколения как один из ответов на тенденции развития газового рынка	26
Морская транспортировка газа с арктических месторождений. Перспективы развития	32
ПХГ: анализ методов сокращения эмиссии метана	38
Охлаждение газа. Изучение влияния геометрических характеристик на эффективность работы АВО на компрессорных станциях	46

Мировой рынок СПГ: структурные особенности и прогноз развития



50

Получение СПГ как метод утилизации ПНГ



70

Каталитическая очистка отходящих газов нефтепереработки и нефтехимии



76



ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

Электроразведочная аппаратура для бесконтактного измерения электрического поля

100

РЫНОК	
Мировой рынок СПГ: структурные особенности и прогноз развития	50
Нефтегазовая отрасль в 2021–2022 гг.	62
ПЕРЕРАБОТКА	
Получение СПГ как метод утилизации ПНГ	70
Каталитическая очистка отходящих газов нефтепереработки и нефтехимии	76
АРКТИКА	
Грунтово-ледовые острова. Новые технологии для освоения ресурсов газа на шельфе Карского моря	84
НЕФТЕСЕРВИС	
Строительство скважин в солянокупольных структурах. Актуальные проблемы	92
ЦИФРОВИЗАЦИЯ	
Автоматизация прогноза добычи нефти и газа	96
<i>Россия в заголовках</i>	99
ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА	
Электроразведочная аппаратура для бесконтактного измерения электрического поля	100
<i>Хронограф</i>	103
<i>Новости науки</i>	104
<i>Нефтегаз Life</i>	106
<i>Классификатор</i>	108
<i>Цитаты</i>	112

106 лет назад

В 1917 году в США был получен первый СПГ.

83 года назад

В 1940 году началось строительство магистрального газопровода Дашава – Львов диаметром 300 мм и длиной 69 км.

82 года назад

В 1941 году в Кливленде (США) впервые налажено масштабное производство сжиженного природного газа.

77 лет назад

В 1946 году завершилось строительство первого в России крупного МГП Саратов – Москва протяженностью 843 км из труб диаметром 320 мм.

71 год назад

В 1952 году введен в эксплуатацию второй крупный МГ Дашава – Киев – Брянск – Москва протяженностью 1300 км из труб диаметром 500 мм.

64 года назад

В 1959 году осуществлена первая поставка СПГ из США в Великобританию на модифицированном танкере времен Второй мировой войны.

38 лет назад

В 1985 году началось освоение Ямбургского месторождения и строительство газопроводов Ямбург – Елец I, II, Ямбург – Западная граница, Ямбург – Тула I, II, Ямбург – Поволжье, СРТО – Урал.

14 лет назад

В 2009 году в п. Пригородное (проект «Сахалин-2») запущен первый в России завод по сжижению природного газа.

8 лет назад

В 2015 году спущен на воду контейнеровоз Isla Bella – первое грузовое судно, использующее СПГ в качестве основного вида топлива.

5 лет назад

В 2018 году круизный лайнер AIDAnova, совершил первый рейс, используя СПГ в качестве основного топлива.

Издательство Neftegaz.RU

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Аналитики
Анатолий Чижевский
Дарья Беляева

Журналисты
Анна Игнатьева
Елена Алифирова
Анастасия Гончаренко
Анастасия Хасанова
Анна Шевченко

Дизайн и верстка
Елена Валетова

Корректор
Виктор Блохин

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Ампилов Юрий Петрович
д.т.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова

Алюнов Александр Николаевич
к.т.н., ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Бажин Владимир Юрьевич
д.т.н., эксперт РАН, Санкт-Петербургский горный университет

Гриценко Александр Иванович
д.т.н., профессор, академик РАН

Гусев Юрий Павлович
к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО НИУ МЭИ

Данилов-Данильян Виктор Иванович
д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем РАН

Двойников Михаил Владимирович
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет

Еремин Николай Александрович
д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Илюхин Андрей Владимирович
д.т.н., профессор, Советник РААСН, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Каневская Регина Дмитриевна
действительный член РАН, д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Макаров Алексей Александрович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетических исследований РАН

Мастепанов Алексей Михайлович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетической стратегии

Панкратов Дмитрий Леонидович
д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт

Половинкин Валерий Николаевич
научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр», д.т.н., профессор, эксперт РАН

Салыгин Валерий Иванович
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор МИЭП МГИМО МИД РФ

Третьяк Александр Яковлевич
д.т.н., профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет



Издательство:
ООО Информационное агентство
Neftegaz.RU

Директор
Ольга Бахтина

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Ольга Щербакова
Валентина Горбунова
Анна Егорова
Марина Шевченко
Галина Зуева
Виктория Мыларщикова
Евгений Короленко

pr@neftgaz.ru
Тел.: +7 (495) 778-41-01

Служба технической поддержки
Сергей Прибыткин
Алексей Лозгачев

Выставки, конференции, распространение
Мария Короткова

Отдел по работе с клиентами
Екатерина Данильчук

Деловой журнал Neftegaz.RU зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия в 2007 году, свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-46285

Адрес редакции:
123001, г. Москва, Благовещенский пер., д. 3, с.1
Тел.: +7 (495) 778-41-01
www.neftgaz.ru
e-mail: info@neftgaz.ru
Подписной индекс Урал Пресс 013265

Перепечатка материалов журнала Neftegaz.RU невозможна без письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях, а также за политические, технологические, экономические и правовые прогнозы, предоставленные аналитиками. Ответственность за инвестиционные решения, принятые после прочтения журнала, несет инвестор.

Отпечатано в типографии «МЕДИКОЛОР»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



БОЛЕЕ **20** ЛЕТ
ОПЫТ РАБОТ

Более
3000
скважино-операций
в год

Более
1000
человек работает
в компании

Более
150
НИОКР
в год

Наличие стенда
V0

для испытаний в соответствии
с ГОСТ ИСО 14310-2014 и
INTL.M.100.4-2021

Совместно с заказчиком реализуем комплексные проекты по заканчиванию скважин для решения актуальных задач.



СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИН В СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ

Актуальные проблемы

Еремин Николай Александрович
профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, д.т.н.

Могучева Екатерина Александровна
аспирант

Лазуткина Наталья Евгеньевна
доцент кафедры геофизических информационных систем, к.т.н.

Сребродольская Мария Андреевна
старший преподаватель кафедры геофизических информационных систем

РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

РАБОТА ПОСВЯЩЕНА ВОПРОСУ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СКВАЖИН СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К СОЛЯНЫМ КУПОЛАМ. РАССМОТРЕНЫ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫЕ ЗАЛЕЖИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ В РОССИИ И НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ САНТОС В БРАЗИЛИИ. ВЫЯВЛЕНЫ ПРОБЛЕМЫ НА ЭТАПЕ СЕЙСМО-, МАГНИТО- И ГРАВИРАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, СВЯЗАННЫЕ С НЕТОЧНОСТЬЮ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЙ ИЗ-ЗА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ, И НА ЭТАПЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН, СВЯЗАННЫХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО С РАПОПРОЯВЛЕНИЯМИ И ТЕКУЧЕСТЬЮ СОЛЕЙ И ГЛИН. СДЕЛАНЫ ВЫВОДЫ О ПРОБЛЕМАХ РАЗРАБОТКИ ПОДКОЗЫРЬКОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ. РАССМОТРЕНА ВОЗМОЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СКВАЖИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОДКОЗЫРЬКОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ СОЛЕННЫХ КУПОЛОВ

THE WORK IS DEVOTED TO THE ISSUE OF BUILDING HIGH-TECH WELLS OF A COMPLEX PROFILE IN THE FIELDS ADJACENT TO SALT DOMES. THE SALT-DOME HYDROCARBON FIELDS OF THE PRE-CASPIAN DEPRESSION IN RUSSIA AND THE OIL AND GAS PROVINCE OF SANTOS IN BRAZIL ARE CONSIDERED. PROBLEMS WERE IDENTIFIED AT THE STAGE OF SEISMIC, MAGNETIC AND GRAVITY EXPLORATION OF FIELDS ASSOCIATED WITH THE INACCURACY OF INTERPRETATION OF THE CORRESPONDING FIELDS DUE TO THE PHYSICAL PROPERTIES OF SALT FIELDS AND AT THE STAGE AND CONSTRUCTION OF WELLS, ASSOCIATED MAINLY WITH BRINE MANIFESTATIONS AND THE FLUIDITY OF SALTS AND CLAYS. CONCLUSIONS ARE DRAWN ABOUT THE PROBLEMS OF DEVELOPING SUB-PEAK FIELDS. THE POSSIBILITY OF BUILDING HIGH-TECH WELLS FOR THE DEVELOPMENT OF SUB-PEAK FIELDS OF SALT DOMES IS CONSIDERED

Ключевые слова: соляной купол, подкозырьковая залежь, нетрадиционная залежь, Прикаспийская впадина, нефтегазоносная провинция, бассейн Сантос, инновационная технология, разработка, нефть, газ, высокотехнологичные скважины, бионические скважины, строительство скважин, рапопроявление, текучесть солей.

Солянокупольные козырьковые структуры как нетрадиционные объекты добычи углеводородного сырья в последнее время представляют все больший интерес. На сегодняшний день

вопросами о разработке таких объектов задаются в более чем в 14 странах мира, в частности – в Мексике, США, Канаде и странах Восточной Европы, Южной Америки и Африки. В области российской

нефтегазовой промышленности этот вопрос также является крайне актуальным, так как с изучением особенностей разработки козырьковых залежей соляных куполов могут быть связаны

основные нефтегазоперспективные объекты сибирского сектора Арктики.

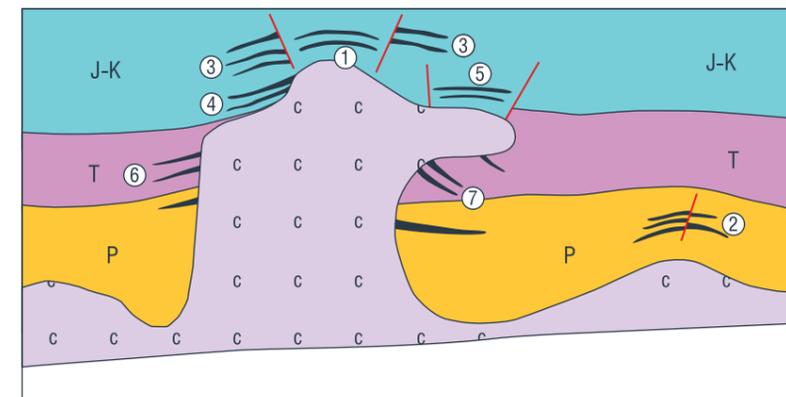
Целью статьи является изучение геологии, геофизики и опыта разработки солянокупольных залежей и выявление возможных проблем на различных этапах недропользования и строительства скважин.

Соляным куполом называют антиклинальную складку, ядро которой сложено солью. Отложения каменной соли, как и прочих осадочных горных пород, поначалу представляют из себя субгоризонтальные пласты. Однако в силу разности плотностей каменной соли и перекрывающих ее пород (песчаников, глин, карбонатов), менее плотная на 10–20% каменная соль со временем поднимается. В результате этого движения происходит формирование соляных тел, представляющих из себя купола, подушки, грибообразных структуры размерами в несколько километров [7].

Довольно часто в таких структурах соляной тектоники можно встретить «kozyрьки» или «оверхенги» – гипсово-ангидритовые или соляные навесы, под которыми залегают скопления нефти – «подкозырьковые» или «оверхенговые» залежи (рис. 1, п. 6) [5]. Генезис таких залежей связан со стыковой пористых пород и кепрока – водонепроницаемой кровли соляного купола. Залежи, образующиеся в таком случае, обладают высокой продуктивностью. К успешному опыту разработки подкозырьковых залежей можно отнести месторождения Адольфглюк, Айклинген, Винхаузен, Хадемшторф в Германии и Барберс-Хилл, Хай Айленд, Хокклей в США [7]. Соляные навесы купола Барберс-Хилл расположены со всех четырех сторон от купола. Суммарные промышленные запасы только в ловушках под выступами составляют более 16 млн м³ нефти. Также имеется отечественный опыт разработки таких залежей в Урало-Поволжье (Северокамское месторождение), Тимано-Печоре (Печорогородское месторождение) и Западной Сибири (Вынгапурское месторождение) [5].

Поскольку подкозырьковые залежи неотрывно связаны с соляными куполами, рассмотрим

РИСУНОК 1. Типы залежей УВ в надсолевых и подсолевых отложениях [10]



1) надсводовые; 2) надсводовые на глубокопогруженных куполах; 3) экранируемые сбросом центрального грабена; 4) экранируемые склоном соли (первый уступ); 5) надкарнизные; 6) контролируемые вторым уступом соли; 7) подкозырьковые

их крупнейшее скопление в Прикаспийской впадине и особенности разведки, бурения и разработки месторождений в этом регионе.

Прикаспийская впадина занимает юго-восточный угол Русской платформы. По различным оценкам, на этом участке насчитывается от 1300 до 1500 соляных куполов. Площади структур превышают тысячи квадратных километров, в сводах поднятий мощность соли может достигать значений в 7–9 км. Прикаспийская впадина насчитывает более 100 месторождений углеводородов, около 30% из которых связывают с подсолевыми залежами. К этим месторождениям относят месторождения Тенгиз, Карачаганак и др. [5]. Часть залежей куполов Новобогатинского и Южно-Западного месторождений можно отнести к категории подкозырьковых. Однако геология этих объектов детальному изучению не подвергалась.

Месторождения Прикаспийской впадины характеризуются сложностями на этапе разведки. Сравнительно небольшая плотность каменной соли и ее огромная мощность в куполах формирует аномалии сил тяжести. Сложная морфология соляных тел, недостаточно точные данные о плотностном разрезе и специфика задач, которые необходимо решать на этапе изучения геологического строения, не позволяют четко интерпретировать гравитационное поле. Помимо этого, магнитная восприимчивость соли значительно меньше, чем у пород надкупольного

комплекса. Это усложняет разведку магнитными методами. С точки зрения сейсморазведки исследование традиционными методами также чрезвычайно затруднено из-за сложности и контрастности форм и физических свойств соли, поэтому поисковое и разведочное бурение приходится вести почти вслепую, что крайне экономически нерентабельно, тем более что проходка скважин в таких местах часто связана с авариями [3].

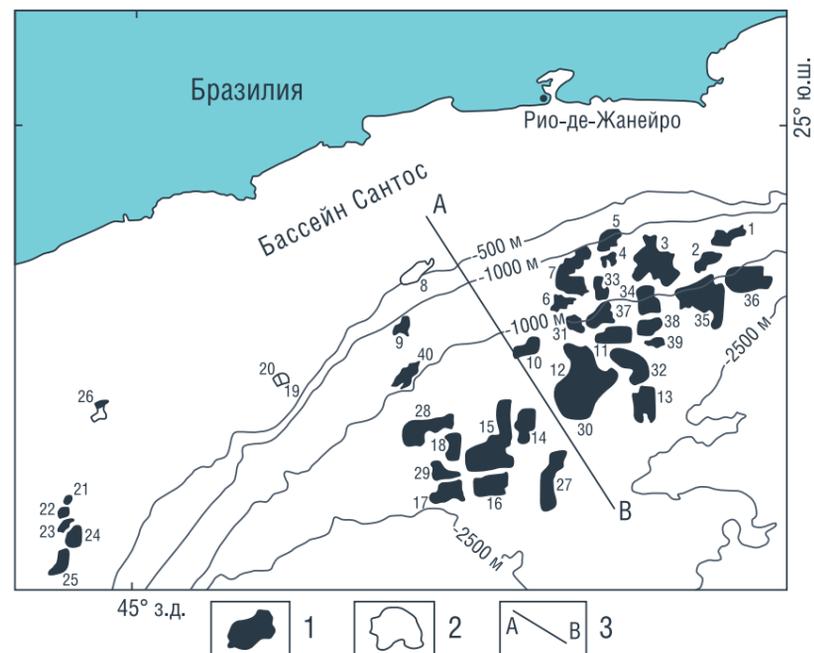
Рассмотрим месторождение Тенгиз характеризуется аномально высоким пластовым давлением. Начальное пластовое давление, приведенное к абсолютной отметке минус 4500 м, составляло 82,4 МПа, давление насыщения нефти газом – 40 МПа. Извлекаемые запасы месторождения оцениваются от 750 млн до 1 млрд 125 млн тонн нефти. Прогнозируемый объем геологических запасов составляет 3 млрд 133 млн тонн нефти. Запасы попутного газа оцениваются в 1,8 трлн м³ [1].

В технических документах на бурение скважин выделяют следующие геологические факторы риска [9]:

- нестабильность ствола скважин;
- поглощение бурового раствора;
- осыпание горных пород;
- наличие высокоабразивных интервалов;
- наличие текучих солей и глин, рапопроявления;
- сложные условия бурения в целом.

УДК 622.246

РИСУНОК 2. Схематическая карта размещения нефтяных и газовых месторождений бассейна Сантос



- 1 – месторождения нефти,
 2 – месторождения газа,
 3 – профильный разрез рис. 5,
 4 – изобаты глубин моря, в м
- Цифры на карте названия месторождений: 1 – Атланта, 2 – Олива, 3 – Тамбуата, 4 – Уругуа, 5 – Тамбау, 6 – Карапия, 7 – Пирапитанга, 8 – Мексилхао, 9 – Коркодаво, 10 – Парати, 11 – Иара, 12 – Тьюпи, 13 – Юпитер, 14 – Гуара, 15 – Кариока, 16 – Пао де Акукук, 17 – Канамба, 18 – Бем-те-Ви, 19 – Лагоста, 20 – Мерлуза, 21 – Тубарао, 22 – Эстрела до мар, 23 – Корал, 24 – Каравела, 25 – Каравела Сул, 26 – Пиракука, 27 – Сапинхоа, 28 – Каркара, 29 – Биакуча, 30 – Сул де Лула, 31 – Ареа де Ирасема, 32 – Кампо де Сепиа, 33 – Флорим, 34 – Кампо де Итару, 35 – Бузиос, 36 – Либра, 37 – Барбиго, 38 – Суруру, 39 – Франко, 40 – Сагитеро

Ряд решений по строительству скважин сложного профиля представлен в статьях [11–16] и патентах [17–18].

Следующий пример – соляные купола нефтегазоносного бассейна Сантос. В последние 15–20 лет в подсоловых отложениях бассейна было открыто 40 месторождений. Крупные из них находятся на больших глубинах (2000–2300 м) и на отдалении от берега (170–300 км). Продуктивные пласты сложены преимущественно биогенными карбонатами, средняя пористость – 7–12%. Встречаются почти монолитные трещиноватые пропластки [6].

Бурение скважин на месторождениях бассейна характеризуется частыми авариями в силу частых случаев рапопроявлений. По различным оценкам, около половины скважин не доходит до проектной глубины. Ситуация осложняется спецификой строительства подводных скважин с наложением следующих факторов [3]:

- удаленность от берега, увеличивающая, кроме всего прочего, затраты на утилизацию попутного газа трубопроводным транспортом;
- осложненные климатические условия: тропические штормы и ураганы. Нередко при

неблагоприятных условиях плавучие платформы прекращают на время добычу;

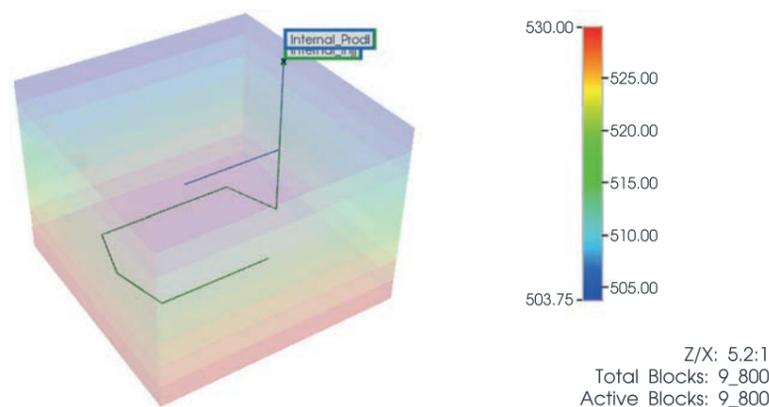
- вязкая тяжелая нефть;
- очень неоднородные трещиноватые пласты.

Наличие соленосных толщ с точки зрения нефтегазоносности предполагает высокую продуктивность и прогнозируемый высокий экономический эффект. С другой стороны, добиться такого эффекта представляется возможным только в случае преодоления закрытости недр, обеспечиваемой особенностями соляных структур. Эти особенности проявляются:

- на этапе разведки, когда практически все традиционные способы исследования сложны для интерпретации;
- на этапе бурения, связанного с перераспределением напряжений в массиве горных пород и, как следствие, рапопроявлениями, течениями солей и глин, межколлонными перетоками и аномально высокими пластовыми давлениями.

Для подсоловых отложений существенно осложнено выделение коллекторов и оценка их фильтрационно-емкостных свойств по данным геофизических исследований скважин (ГИС)

РИСУНОК 3. Высокотехнологичная скважина со сложным профилем для разработки подкзонырьковых залежей соляных куполов [11–13]



в силу ограниченности комплекса ГИС. Наличие аномальных поглотителей тепловых нейтронов в скважинах вызывает проблемы с использованием нейтронных методов, особо актуальных для газовых и газоконденсатных месторождений. Для повышения информативности комплекса ГИС могут быть задействованы адаптивные методики интерпретации промыслово-геофизических данных, опирающиеся на аналитические петрофизические модели коллекторов [20, 21].

Одним из возможных решений по разработке подкзонырьковых залежей может служить строительство высокотехнологичных скважин со сложным профилем. При строительстве скважин с предлагаемым профилем (рис.3) целесообразно проводить геофизические исследования в процессе бурения для геонавигационного сопровождения проводки горизонтальных участков и уточнения геологической структуры в режиме реального времени. При этом в подсоловых отложениях неинформативен электромагнитный беспроводной канал связи через горную породу, может быть использован гидравлический через буровой раствор. Также эффективным будет включение в комплекс ГИС в процессе бурения азимутального литоплотностного каротажа [22].

Заключение

Скважины месторождений, приуроченные к соляным куполам, представляют собой объекты повышенной техногенной и экономической опасности. Подкзонырьковые залежи имеют достаточно сложную геологическую структуру, которая требует высокотехнологичного подхода к проектированию не только непосредственно

процесса бурения, но и к моделированию особых профилей скважин (J – образная форма) и скважинных систем для успешной реализации процессов разработки.

Литература

1. Авторский надзор за технологической схемой разработки месторождения, Тенгиз НИПИнефтегаз – Актау, 2007.
2. Александр Хуршудов: Нет нефтяного рая на бразильском шельфе [Электронный ресурс] URL: <https://www.angi.ru/news/2854535-Александр%20Хуршудов%3A%20Нет%20нефтяного%20рая%20на%20бразильском%20шельфе/>.
3. Кузнецова С.В. Аномалии геологической среды солянокупольных бассейнов и их влияние на природно-технические системы и среду обитания человека: дис. д.г.-м. наук. – Волгоград, 2000. URL: <https://earthpapers.net/anomalii-geologicheskoy-sredy-solyanokupolnyh-basseynov-i-ih-vliyaniye-na-prirodno-technicheskie-sistemy-i-sredu-obitaniya>.
4. Конохов А.И. Геологическая история пассивных окраин материков в Атлантическом океане // Изв. АН СССР. Сер. Геология. 1982. С. 109–121.
5. Матусевич А.В. Гравитразведка Прикаспийской впадины. – Ливны: Издатель Мухометов Г.В., 2013.
6. Забанбарк А. Особенности нефтегазоносности бассейнов континентальной окраины Бразилии // Океанология. 2001. С. 147–154.
7. Л.В. Каламбаров, Ю.М. Васильев, М.М. Чарыгин Особенности распространения нефти и газа в солянокупольных областях – 1963.
8. А. Забанбарк, Л.И. Лобковский Роль континентальных склонов Бразилии в обеспечении углеводородных ресурсов – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН – Москва, 2020.
9. Габдуллин А.Г., Губашев С.А. Технический проект на бурение эксплуатационной наклонно-направленной скважины Т-6248 кустовой площадки № 24 проектной глубиной 4851 метров (по стволу) на месторождении Тенгиз в Атырауской области республики Казахстан – «Тенгизшевройл», «КМГ инжиниринг» – Атырау, 2021 – с. 31.
10. Портнов В.С., Петров С.Н., Талерчик М.П. Характеристика месторождений нефти и газа Прикаспийской впадины – Карагандинский государственный технический университет, Караганда.
11. Еремин, Н.А. О новой технологии разработки битуминозных залежей / Н.А. Еремин, А.С. Скворцов // Геофизика. – 2022. – № 3. – С. 45–53. – EDN PLNXAF.

12. Еремин, Н.А. Высокотехнологичные скважины с бionicеским профилем для разработки месторождений с высоковязкой и битуминозной нефтью / Н.А. Еремин, П.В. Пятибратов, А.С. Скворцов // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2022. – № 2 (307). – С. 117–135. – DOI 10.33285/2073-9028-2022-2(307)-117-135. – EDN IAYNTL.
13. Скворцов А.С. Особенности моделирования и разработки месторождений с высоковязкими нефтями и битумами с использованием систем размещения высокотехнологических скважин: Программа: 21.04.01.05 «Моделирование разработки нефтяных месторождений»: магистерская диссертация / Скворцов А.С. – Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2022. – 83 с.
14. Хамидуллин Р.Д., Сахаров В.А., Еремин Н.А. Сравнение технологических показателей работы многозбойных скважин различной конфигурации // Нефтепромысловое хозяйство. – 1999. – № 1. – С. 45–46. EDN: YSZBEL.
15. Хамидуллин Р.Д., Еремин Н.А. Анализ стационарного притока нефти к многозбойной скважине в однородном коллекторе // Нефтепромысловое дело. – 1999. – № 2. – С. 12–13. EDN: VQPKVM.
16. Еремин Н.А. Горизонтальные технологии // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 3. – С. 52–56. EDN: KYDBTR.
17. Пат. 2584467 С1 Рос. Федерация, МПК E21B 43/24. Способ разработки месторождения высоковязкой нефти / П.С. Хисамов, А.М. Евдокимов, М.А. Сайфутдинов, А.Т. Зарипов; заявитель Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина. – № 2015146381/03; заявл. 28.10.2015; опубл. 20.05.2016. EDN: KTUFGK.
18. Пат. 2646151 С1 Рос. Федерация, МПК E21B 43/24, E21B 7/04. Способ разработки залежи высоковязкой нефти / И.З. Денисламов, А.И. Пономарев, И.В. Владимиров, Ф.Ф. Миндияров; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет». – № 2017119673; заявл. 05.06.2017; опубл. 01.03.2018. EDN: IYTSKH.
19. Пат. 2646902 С1 Рос. Федерация, МПК E21B 43/20, E21B 43/24, E21B 7/04. Способ разработки залежи высоковязкой нефти / А.И. Пономарев, И.З. Денисламов, Р.Р. Ишбаев. – № 2017109942; заявл. 24.03.2017; опубл. 12.03.2018. EDN: ZEDOIN.
20. Кожеников Д.А., Лазуткина Н.Е., Коваленко К.В. Определение эффективной пористости в гранулярном коллекторе по данным ГИС с обоснованием опорных параметров. // Каротажник. – 2016. – № 1(259). – С. 45-54. – EDN VKQGTR.
21. Коваленко К.В., Лазуткина Н.Е., Пономаренко О.М., Зарипова Л.Ф. Определение проницаемости по данным геофизических исследований скважин на основе петрофизического инварианта. Актуальные проблемы нефти и газа. – 2022. – № 2(37). – С. 17-26. – DOI 10.29222/irng.2078-5712.2022-37.art2. – EDN FGGJZD.
22. Сребродольская, М. А. Особенности проведения каротажа в процессе бурения горизонтальных скважин для оценки фильтрационно-емкостных свойств горных пород / М. А. Сребродольская // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2019. – № 1(294). – С. 45-57. – DOI 10.33285/2073-9028-2019-1(294)-45-57. – EDN XKHVJZ.

KEYWORDS: salt dome, sub-peak reservoir, unconventional reservoir, Caspian depression, oil and gas province, Santos basin, innovative technology, development, oil, gas, high-tech wells, bionic development, well construction, bionic occurrence, salt fluidity.

