



УДК 550.832

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА ЗАПАДНО-КАЗАЧЬЕМ ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ



EQUIPMENT AND METHODS FOR CONDUCTING GEOPHYSICAL EXPLORATION ON THE ZAPADNO-KAZACH'YE GAS FIELD

Лешкович Надежда Михайловна

старший преподаватель
кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
NLeshkovich@bk.ru

Leshkovich Nadezhda Mikhailovna

Senior lecturer
of oil and gas engineering department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
NLeshkovich@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается техника и методика проведения промыслово-геофизических работ на Западно-Казачьем газовом месторождении. На основе анализа и обобщения материалов геологоразведочных работ показаны вопросы геологического строения месторождения, анализа объёма и качества промыслово-геофизических исследований для оценки коллекторских свойств и характера насыщения проницаемых интервалов. Приведено описание аппаратуры и оборудования, а также анализа объёма и качества выполненных промыслово-геофизических исследований.

Annotation. The article discusses the technique and methodology of conducting geophysical exploration on the Zapadno-Kazach'ye gas field. Based on the analysis and generalization of exploration materials, the issues of the geological structure of the field, the analysis of the volume and quality of field geophysical studies to assess reservoir properties and the nature of saturation of permeable intervals are shown. A description of the apparatus and equipment, as well as an analysis of the volume and quality of the performed geophysical surveys.

Ключевые слова: техника и методика промыслово-геофизических работ; целевое назначение буровых работ; конструкция скважин; состояние фонда пробуренных скважин; аппаратура и оборудование для проведения исследований; анализ объёма и качества промыслово-геофизических исследований; результаты опробования скважин и методика работ.

Keywords: technique and technique of field-geophysical work; purpose of drilling operations; well construction; stock status of drilled wells; apparatus and equipment for research; analysis of the volume and quality of field geophysical research; well testing results and methodology.

Целевое назначение буровых работ

Для проведения поисково-разведочных работ в пределах Западно-Казачьего газового месторождения геологическим отделом НТЦ ООО «Газпром добыча Краснодар» составлен проектный документ.

Согласно данному документу, поисково-разведочные работы на месторождении предусматривалось провести тремя скважинами, две из которых (№№ 1 и 2) – поисковые, № 3 – разведочная.

Целевым назначением буровых работ на площади являлось:

1) поиск газовых залежей в меотических отложениях на поднятиях I и II;

2) в случае выявления газовых залежей опробование выделенных по ГИС газоносных объектов;

3) разведка залежи газа в северном направлении на поднятии I;

4) определение параметров и коэффициентов, необходимых для подсчёта запасов газа.

Для решения поставленных задач в пределах Западно-Казачьего газового месторождения на поднятиях I и II было пробурено по одной поисковой скважине. По их результатам на поднятиях I и II выявлены залежи газа в отложениях IV горизонта меотического яруса: на поднятии I – промышленная, на поднятии II – непромышленная.

Для разведки открытой залежи газа на поднятии I пробурена разведочная скважина № 3.

Относительно простое геологическое строение и малые размеры выявленных поднятий позволили провести опоскование ловушек в IV горизонте меотического яруса с максимальной эффективностью. Для опоскования таких ловушек принята методика, апробированная при поисках большинства миоценовых залежей в Западно-Кубанском прогибе и Тимашевской ступени. Она заключается в бурении одной поисковой скважины в сводовой части структуры, где ожидается максимальная газонасыщенная толщина объекта.



Конструкция скважин и состояние фонда пробуренных скважин

Поисковое бурение на площади начато и закончено в 2014 году. Пробурено 3 скважины. На опoisкование площади затрачено 1780 м поискового и 875 м разведочного метража.

Во всех пробуренных скважинах, как по проекту, так и фактически, принята и внедрена двухколонная конструкция, не считая шахтного направления.

Шахтные направления диаметром 324 мм спускались на глубину 23,5 м (скважина № 1), 22 м (скважина № 2) и 23 м (скважина № 3). Кондуктор диаметром 245 мм спускался на глубину от 635 м (скважины №№ 1 и 3) до 636 м (скважина № 2) и цементировался до устья. Кондуктор останавливали спуском в приподошвенной части киммерийского яруса для перекрытия неустойчивых сыпучих пород и пластовых вод артезианского бассейна. В скважинах №№ 1 и 3 производился спуск эксплуатационной колонны диаметром 146 мм на глубину от 870 м (скважина № 3) до 890 м (скважина № 1). Высота подъема цемента за колонной достигла 185 м (скважина № 3) – 340 м (скважина № 1) от устья. В скважине № 2 спуск эксплуатационной колонны не производился, так как залежь, вскрытая скважиной, является непромышленной.

Качество цементирования в скважинах №№ 1 и 3 хорошее. По данным АКЦ отмечается жесткое сцепление цемента с колонной, лишь в некоторых местах отмечен скользящий контакт.

Верхняя часть разреза в интервале 0–636 м вскрывалась на растворах плотностью 1,15 г/см³ и вязкостью 33–35 сек. При вскрытии нижней части разреза с целью противодействия на газонасыщенные пласты и во избежание газопроявлений плотность бурового раствора составляла 1,16–1,17 г/см³ при вязкости раствора 32–37 сек.

Осложнений в процессе бурения скважин не отмечено.

Во всех скважинах с целью изучения свойств пород коллекторов меотического яруса и увязки их с данными ГИС проводился отбор кернa колонковым снарядом. Суммарная проходка с отбором кернa составила 53 м или 2 % от общего метража поисково-разведочных скважин. Вынос кернa равен 51,3 м или 96,8 % от проходки с отбором кернa.

Аппаратура, оборудование и анализ объема и качества выполненных промыслово-геофизических исследований

В ходе промыслово-геофизических исследований на Западно-Казачьем газовом месторождении использовалась следующая геофизическая аппаратура:

Каверномер-профилемер скважинный СКПД-3

Каверномер-профилемер скважинный СКПД-3 предназначен для одновременного измерения значений двух взаимно перпендикулярных поперечных размеров (диаметров) ствола скважины и их полусуммы (среднего диаметра) в нефтяных и газовых скважинах.

Технические характеристики:

- диапазон измеряемых диаметров – от 100 до 760 мм;
- погрешность измерения – не более 1 %;
- максимальная рабочая температура – 180 °С;
- максимальное рабочее гидростатическое давление – 120 МПа;
- время раскрытия (закрытия) рычагов – не более двух мин;
- усилие прижатия каждого рычага к стенке скважины – от 60 до 200 Н;
- ток питания – 40–60 мА;
- диаметр прибора максимальный – 81 мм;
- длина прибора, не более – 3426 мм;
- масса прибора, не более – 76 кг.

Особенности:

- эксплуатация прибора СКПД-3 при температуре плюс 150 °С не ограничена по времени;
- канал акселерометра позволяет контролировать остановки прибора во время каротажа;
- «быстрая телеметрия» (частота обновления информации 50 Гц).
- хранение в энергонезависимой памяти прибора калибровочных коэффициентов, даты калибровки, заводского номера прибора и другой служебной информации, а также передача их в лабораторию с дополнительной информацией (ток питания прибора, температура внутри прибора и др.), что исключает ошибки оператора при вводе исходной информации.

Прибор скважинный АИК-5 индукционного каротажа

Прибор скважинный АИК-5 индукционного каротажа предназначен для проведения геофизических исследований нефтяных и газовых скважин номинальным диаметром от 145 до 400 мм методом электромагнитного каротажа с одновременной регистрацией активной и реактивной составляющих.

*Технические характеристики:*

- зонд индукционного каротажа – 7И1.6;
- диапазон измерений активной составляющей кажущейся удельной электрической проводимости должен быть от 5 до 300 мСм/м, что соответствует диапазону удельной электрической проводимости горных пород по активной составляющей от 5 до 1000 мСм/м;
- диапазон измерений реактивной составляющей кажущейся удельной электрической проводимости должен быть от 10 до 600 мСм/м, что соответствует диапазону удельной электрической проводимости горных пород по реактивной составляющей от 60 до 2000 мСм/м;
- номинальная рабочая частота генератора скважинного прибора – 160 кГц;
- максимальная рабочая температура – 150 °С;
- максимальное гидростатическое давление – 150 МПа;
- диаметр прибора – 90 мм;
- длина прибора – 3500 мм;
- масса прибора – 60 кг.

Прибор электрического каротажа комплексный КЗ-741

Прибор электрического каротажа комплексный КЗ-741 предназначен для измерения кажущихся удельных электрических сопротивлений пород зондами стандартного каротажа, бокового каротажного зондирования, трёхэлектродного бокового каротажа, удельного электрического сопротивления промывочной жидкости и обеспечения канала связи для передачи потенциалов самопроизвольной поляризации пород в скважинах глубиной до 7000 м.

Технические характеристики:

- диапазон измерений зондами:
 - А0.4М0.1М, N11.0М0.5А – от 0,2 до 1000 Ом·м;
 - А1.0М0.1N, А2.0М0.5N, N0.5М2.0А;
 - А4.0М0.5N, А8.0М10N – от 0,2 до 5000 Ом·м;
 - боковой каротаж – от 0,2 до 10000 Ом·м;
 - резистивиметр – от 0,03 до 10 Ом·м;
- максимальная температура – до 200 °С;
- гидростатическое давление – до 150 МПа.
- питание прибора током 420–500 мА частотой 290–310 Гц при напряжении на головке – 95–105 В;
- диаметр прибора – 73 мм;
- длина с зондом – 21600–22000 мм;
- масса прибора – 85–105 кг;
- средний срок службы – не менее 6 лет.

Инклинометры КИТ и КИТ-А

Инклинометры КИТ и КИТ-А предназначены для определения зенитного угла и азимута искривления необсаженных буровых скважин и рассчитан на работу с каротажным кабелем любого типа длиной до 5000 м.

Технические характеристики:

- диапазон измерений зенитных углов отклонения от вертикали от 0° до 60°;
- диапазон измерения азимута – от 0° до 360°;
- погрешность измерений – не более 0,5°;
- максимальная рабочая температура – 120 °С;
- максимальное гидростатическое давление 60 (100) МПа;
- диаметр прибора – 60 (73) мм;
- длина прибора – 1800 мм;
- масса прибора – 13 (19) кг.

Скважинный прибор СРК

Скважинный прибор СРК предназначен для исследования нефтяных и газовых скважин диаметром более 110 мм методами двухзондового нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым и надтепловым нейтронам, нейтронного гамма-каротажа и гамма-каротажа и рассчитан на работу с кабелем длиной до 7000 м.

Технические характеристики:

- диапазон измерений мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, обеспечиваемый скважинным прибором от $14 \cdot 10^2$ до $18 \cdot 10^2$ А/кг;
- диапазон измерения объёмного влагосодержания – от 1 до 40 %;
- питание скважинного прибора постоянным током силой 95 мА;
- максимальная рабочая температура – 200 °С;
- максимальное гидростатическое давление – 20 МПа;
- диаметр прибора – 90 мм;



- длина прибора – 3140 мм;
- масса прибора – 90 кг.

Одножильный скважинный прихватоопределитель типа «ПО»

Одножильный скважинный прихватоопределитель типа «ПО» служит для определения места прихвата в колоннах бурильных и насосно-компрессорных труб по способу, основанному на свойстве ферромагнитных материалов намагничиваться при деформации намагниченных участков.

Технические характеристики:

- напряжение питания постоянное – 260–280 В;
- активное сопротивление обмотки электромагнита – 900–1100 Ом;
- максимальная рабочая температура – 120 °С;
- максимальное гидростатическое давление – 98 МПа;
- диаметр прибора – 90 мм;
- длина прибора – 460 мм;
- масса прибора – 18 кг.

В ходе выполнения буровых работ на Западно-Казачьем газовом месторождении с целью поиска газовых залежей в мезотических отложениях на поднятиях I и II, а также разведки залежей газа в северном направлении на поднятии I и определению параметров и коэффициентов, необходимых для подсчёта запасов газа, был выполнен комплекс геофизических методов – стандартный каротаж (градиент- и потенциал-зондами), боковое каротажное зондирование, кавернометрия, профилометрия, микрозондирование, боковой микрокаротаж, боковой каротаж, индукционный каротаж, акустический каротаж, гамма-каротаж, нейтронный гамма-каротаж, нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам, гамма-гамма плотностной каротаж, термометрия, инклинометрия, резистивиметрия, импульсный нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам.

На Западно-Казачьем газовом месторождении на поднятиях I и II пробурены две поисковые скважины №№ 1 и 2, и одна разведочная скважина № 3, которые вскрыли отложения IV горизонта мезотического яруса, представленные песчаниками и алевролитами слабо- и среднесцементированными.

Эффективная ёмкость коллекторов обусловлена гранулярной пористостью межзернового типа.

Промыслово-геофизические исследования в скважинах проводились с целью получения наиболее полной информации о разрезах скважин на основе типового комплекса, утверждённого для нефтяных и газовых скважин по ООО «Газпром добыча Краснодар». Свойства использованной промысловочной жидкости приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1 – Основные физические параметры промысловочной жидкости

Физический параметр	Величина
удельный вес	1,16–1,17 г/см ³
вязкость	32–37 сек
водоотдача	5–6 см ³ за 30 сек

Удельное сопротивление глинистого раствора в условиях проведения каротажа ($T_{пл} = 36–40$ °С):

- скважина № 1 – 2,0 Ом·м;
- скважина № 2 – 2,6 Ом·м;
- скважина № 3 – 2,0 Ом·м.

Рассмотрим комплекс промыслово-геофизических исследований, выполненный в скважинах Западно-Казачьего месторождения:

1. *Стандартный каротаж*
Проводился в интервалах:

№ скважины	Интервал, м
1	14–890
2	13–890
3	16–870

Масштаб визуализации глубин 1:500. Исследования проводились градиент-зондом А2,0М0,5N и потенциал-зондом N11,0М0,5А. Качество материала хорошее.

Масштаб визуализации сопротивлений – 2,5 Ом·м/см, $\rho_{пс}$ – 12,5 мВ/см.

Диаграммы стандартного каротажа использовались для корреляции разрезов скважин и геологических построений.



2. Боковое каротажное зондирование

Исследование проводилось в перспективной части изучаемого разреза. Интервалы исследования:

№ скважины	Интервал, м
1	750–886
2	635–890
3	730–870

Исследования выполнялись пятью последовательными градиент-зондами А0,4М0,1N; А1,0М0,1N; А2,0М0,5N; А4,0М0,5N; А8,0М1,0N и одним обращённым градиент-зондом N0,5M2,0A в масштабе визуализации глубин 1:200.

Масштаб визуализации кривых – 1 Ом·м/см. Качество материалов хорошее.

Данные БКЗ использовались для выделения эффективных толщин, определения удельного сопротивления неизменной части пласта и зоны проникновения раствора для пластов мощностью более 4 м.

3. Кавернометрия и профилеметрия

Выполнены по всему разрезу скважин в масштабе визуализации глубин 1:500, кроме того, кавернометрия в масштабе визуализации глубин 1:200 проведена в интервалах БКЗ. Исследования выполнялись скважинным прибором СКПД-3 со скоростью 1800 м/ч. Масштаб визуализации кривых 20 см/см. Качество материалов хорошее.

Данные кавернометрии использовались для определения диаметра скважин, выделения коллекторов и определения эффективных толщин в комплексе с другими методами.

4. Микрозондирование

Проводилось микроградиент-зондом А0,025М0,025N и микропотенциал-зондом А0,05М в масштабе визуализации глубин 1:200, в интервалах проведения БКЗ, скважинным прибором МК-УЦ. Масштаб визуализации кривых 1 Ом·м/см. Качество материалов хорошее.

Данные микрозондирования использовались для выделения коллекторов, отбивки границ пластов, определения эффективных толщин.

5. Боковой микрокаротаж

Проведён в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах проведения БКЗ, скважинным прибором МК-УЦ, масштаб записи 1 Ом·м/см. Параллельно с регистрацией сопротивления записывалась микрокавернограмма. Масштаб записи 20 см/см. Качество материалов хорошее.

Данные бокового микрокаротажа использовались для детального расчленения разреза, выделения коллекторов, определения эффективных толщин.

6. Боковой каротаж

Выполнен в масштабе визуализации глубин 1:500 по всему разрезу скважин и в масштабе 1:200 в интервалах БКЗ скважинным прибором К-3 со скоростью 2000 м/ч.

Масштаб записи 1 Ом·м/см. Качество материалов хорошее.

Данные БК использовались для детального расчленения вскрытого скважинами разреза, отбивки границ и определения удельного сопротивления неизменной части продуктивных пластов.

7. Индукционный каротаж

Проводился в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервале проведения БКЗ скважинным прибором ИК-П, зонд 7И1,4.

Скорость регистрации 1500 м/ч. Масштаб визуализации кривой 1 Ом·м/см. Качество материалов хорошее.

В скважинах №№ 1, 2 и 3 проведён метод высокочастотного индукционного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ). Исследования выполнены набором из пяти трёхкатушечных зондов. Масштаб визуализации кривых 2,5 Ом·м/см. Скорость регистрации 600 м/ч. Качество материалов хорошее.

По данным ИК определялось удельное сопротивление пластов.

8. Акустический каротаж

Проводился в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах проведения БКЗ. Регистрация кривых АК осуществлялась скважинной аппаратурой АКВ-1, зондом И₂0,5И₁1,5П. Масштаб записи кривых T₁ и T₂ – 100 мкс/см, ΔT – 50 (мкс/см)/см. Качество материалов хорошее. Из акустических методов в скважинах №№ 1, 2 и 3 также выполнены методы АКШ в открытом стволе и АКШ в режиме АКЦ в колонне.

9. Гамма-каротаж

Проведён по всему разрезу скважины с целью массовых поисков в масштабе визуализации глубин 1:500 и расчленения разреза в масштабе визуализации 1:200 в интервалах БКЗ.

Исследование ГК проводилось скважинным прибором СРК со скоростью регистрации 500 м/ч. Масштаб визуализации кривой 1 (мкР/ч)/см. Качество материала хорошее.

Данные ГК использовались для выделения коллекторов, определения глинистости пластов.



10. Гамма-гамма плотностной каротаж

Проведён в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах:

№ скважины	Интервал, м
1	750–888
2	635–886
3	730–872

Работы выполнялись скважинными приборами РКК-П и РК-П со скоростью 300-400 м/ч. Масштаб визуализации для кривой ГГКмз – 1500 (имп./мин.)/см и 3000 (имп./мин.)/см для кривой ГГКбз, для кривой плотности – 0,1 г/см³. Качество материалов хорошее.

По данным ГГКп проводилось литологическое расчленение разреза, выделялись уплотнённые участки разреза, определялась пористость коллекторов.

11. Нейтронный гамма-каротаж

Проводился в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах проведения БКЗ скважинным прибором СРК. Скорость регистрации 500 м/ч. Применялся индикатор NaJ40x40 в количестве 1 шт. Масштаб записи 0,1 усл. ед./см. Качество материала хорошее.

Исследования методом НГК проводились в открытом стволе. Данные НГК использовались для качественной интерпретации.

12. Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам

Проводился в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах проведения БКЗ скважинным прибором СРК со скоростью регистрации 400 м/ч. Использовались счётчики СНМ-56 в количестве 2 шт. Масштаб записи кривых – 0,1 усл. ед./см для кривой ННКмз и 0,3 усл. ед./см для кривой ННКбз. Качество материала хорошее.

Исследования выполнялись в открытом стволе.

Данные ННКТ использовались для расчленения разреза и выделения газонасыщенных коллекторов, а также для определения коэффициента пористости коллекторов.

13. Термометрия

Выполнялась в открытом стволе в интервалах проведения БКЗ с целью определения температуры по стволу скважины в масштабе визуализации глубин 1:500.

С целью определения высоты подъёма цементного камня за колонной термометрия проводилась в масштабе визуализации глубин 1:500 в интервалах:

№ скважины	Интервал, м
1	0–865
2	0–600
3	0–854

Замеры термометрии проводились скважинным прибором ТР-7. Масштаб записи кривых 0,5 °С/см. Качество материалов хорошее.

14. Инклинометрия

Проведена с целью измерения угла и азимута искривления скважины. Измерения проводились по всему стволу скважины через 5 и 20 м прибором КИТ. Качество материала хорошее.

15. Резистивиметрия

Проводилась с целью определения удельного сопротивления промывочной жидкости по стволу скважины в масштабе визуализации глубин 1:200 в интервалах БКЗ. Качество материала хорошее. Масштаб визуализации кривой 0,5 Ом·м/см.

Удельное сопротивление бурового раствора, определённое по резистивиметру, уточнялось по данным интерпретации БКЗ.

16. Импульсный нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам

Проводился в обсаженных скважинах в интервалах:

№ скважины	Интервал, м
1	800–870
3	780–850



Исследования проводились для выявления водо- и нефтегазонасыщенных пластов, определения газожидкостных контактов.

Анализ информативности и объёма выполненных промыслово-геофизических исследований показывает, что используемый типовой комплекс ГИС позволяет решать следующие задачи:

- 1) выделение коллекторов и оценка их эффективных толщин;
- 2) определение пористости пластов-коллекторов;
- 3) определение глинистости;
- 4) оценка характера насыщения коллекторов и определение коэффициентов водо- и газонасыщенности.

Результаты опробования скважин и методика работ

Опробование продуктивных коллекторов меотического яруса проводилось в обсаженных эксплуатационными колоннами стволах скважин.

Вскрытие объектов в эксплуатационных колоннах проводилось при наличии в стволе скважин глинистого раствора плотностью 1,16–1,17 г/см³ кумулятивными перфораторами типа ПКС-80. Плотность прострела составляла 10 отверстий на 1 погруженный метр.

Вызов притока осуществлялся путём плавной смены глинистого раствора на воду. При получении притоков УВ в скважинах производилось исследование объектов по методу смены стационарных режимов фильтрации на штуцерах от 1,5 мм до 3 мм. Исследования объектов проводилось с целью определения пластовых давлений и температур, параметров уравнения притока газа к забою скважины, гидропроводности пласта, компонентного состава газа.

В процессе опробования и исследования объектов в скважинах осложнений не отмечено.

Ниже приведены краткие результаты опробования скважин Западно-Казачьего газового месторождения.

Скважина № 1 – поднятие I

В скважине опробован один объект в интервале 826,6–832,8 м. Получен приток газа без признаков пластовой воды. Скважина обрабатывалась прямым и обратным ходом на штуцерах диаметром от 1,5 до 3 мм. Дебиты газа при отработке прямым ходом изменяются от 2,84 тыс. м³/сут ($d_{ум} = 1,5$ мм) до 11,38 тыс. м³/сут ($d_{ум} = 3$ мм). Пластовое давление на середину фильтра равно 84,88 кгс/см², пластовая температура – 36,6 °С.

После проведения опробования и исследования объекта скважина задавлена водой и переведена на глинистый раствор плотностью 1,18 г/см³.

Скважина № 3 – поднятие I

В скважине опробовано 2 объекта при искусственном забое 854 м.

Первый объект перфорирован в интервале 831,8–830,8 м. При опробовании получен приток газа без признаков пластовой воды. Дебит газа на штуцере 3 мм равен 11,53 тыс. м³/сут. Пластовое давление на середину фильтра составило 85,17 кгс/см², а пластовая температура 37,25 °С. В связи с тем, что выше проперфорированного интервала через глинистый раздел залегают пласты-коллекторы без признаков пластовой воды и газонасыщенные по ГИС, принято решение о достреле этих пластов в интервалах 823,6–821,8 м и 821,0–819,4 м без установки изоляционного моста.

При опробовании указанных интервалов получен приток газа дебитом 11,57 тыс. м³/сут. на штуцере диаметром 3 мм. По окончании опробования в скважине проведено исследование объекта.

После проведения опробования и исследования объекта скважина задавлена водой и переведена на глинистый раствор плотностью 1,17 г/см³.

Результатами опробования скважин №№ 1 и 3 установлена промышленная газоносность отложений IV горизонта меотического яруса Западно-Казачьего газового месторождения.

Литература

1. Булатов А.И. [и др.]. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
2. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин в 4 томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012–2015. – Т. 1–4.
3. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
4. Волошин В.И., Сердцев А.С. Отчёт тематической партии 4/92. Поисковые и детализационные сейсмические исследования ОГТ в пределах Тимашевской ступени на Калининской и Роговской площади. – Краснодар, 1993.
5. Григорьев М.А. Проект поисков и разведки газовых залежей в меотических отложениях на Западно-Казачьей площади Краснодарского края. – Краснодар, 2003.
6. Климов В.В., Савенок О.В., Лешкович Н.М. Основы геофизических исследований при строительстве и эксплуатации скважин на нефтегазовых месторождениях. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 274 с.



7. Попов В.В. [и др.]. Геофизические исследования и работы в скважинах : учебное пособие. – Новочеркасск : Лик, 2017. – 326 с.
8. Попов В.В. [и др.]. Геоинформатика нефтегазовых скважин. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
9. Савенок О.В., Арутюнян А.С., Шальская С.В. Интерпретация результатов гидродинамических исследований : учебное пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 203 с.
10. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
11. Андреева Е.Е., Баранова А.Г., Валеева С.Е. О возможных причинах несовпадения данных бурения и сейсмопостроений // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 1. – С. 30–33.
12. Березовский Д.А. [и др.]. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 84–86.
13. Гаделева Д.Д., Вахитова Г.Р. Обоснование коэффициента нефтегазонасыщенности пластов-коллекторов // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 1. – С. 47–50.
14. Дюдьбина А.А., Вахитова Г.Р. Поиск пропущенных продуктивных коллекторов на основе уточнения петрофизической модели // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 1. – С. 67–70.
15. Искендеров М.М. Оценка петрофизических параметров коллекторов с учётом их литологической типизации // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 1. – С. 107–110.
16. Климов В.В., Савенок О.В., Лешкович Н.М. Повышение достоверности геофизических методов в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах // Инженер-нефтяник. – 2017. – № 3. – С. 33–37.
17. Савенок О.В., Березовский Д.А., Кусов Г.В. Закономерности и изменения свойств нефти и газа в залежах и месторождениях // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 1. – С. 114–119.

References

1. Bulatov A.I. [et al.]. Ecology at construction of oil and gas wells : textbook for students of higher educational institutions. – Krasnodar : Enlightenment-South LLC, 2011. – 603 p.
2. Bulatov A.I., Savenok O.V. Subsurface overhaul of oil and gas wells in 4 volumes. – Krasnodar : South Publishing House, 2012–2015. – Vol. 1–4.
3. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Publishing House – South, 2016. – 576 p.
4. Voloshin V.I., Serdtsev A.S. Report of thematic party 4/92. Prospecting and detailing of this seismic study of CDP within Timashevskaya step on Kalininskaya and Rogovskaya Square. – Red-Nodar, 1993.
5. Grigoriev M.A. Project of prospecting and exploration of gas deposits in meotic sediments on the West-Kazachaya Square of Krasnodar Territory. – Krasnodar, 2003.
6. Klimov V.V., Savenok O.V., Leshkovich N.M. Basics of geophysical research in construction and operation of wells at oil and gas fields. – Krasnodar : Publishing House – South, 2016. – 274 p.
7. Popov V.V. [et al.]. Geophysical research and work in wells : a textbook. – Novocherkassk : Lyk, 2017. – 326 p.
8. Popov V.V. [et al.]. Geoinformatics of oil and gas wells. – Novocherkassk : «Lik» Publishing House, 2018. – 292 p.
9. Savenok O.V., Harutyunyan A.S., Shalskaya S.V. Interpretation of hydrodynamic research results : a textbook. – Krasnodar : FGBOU VO «KubGTU» Publishing House, 2017. – 203 p.
10. Savenok O.V., Kachmar Yu.D., Yaremychuk R.S. Oil and gas engineering in development of wells. – M. : Infra-Engineering, 2019. – 548 p.
11. Andreeva E.E., Baranova A.G., Valeeva S.E. About the possible reasons of a mismatch of the drilling data and the seismic constructions // Bulatovskie readings. – 2017. – Vol. 1. – P. 30–33.
12. Berezovskiy D.A. [et al.]. Development of the physico-chemical models and methods of the collector rocks compositional prediction // Petroleum economy. – 2014. – № 9. – P. 84–86.
13. Gadeleva D.D., Vakhitova G.R. Justification of the oil-gas saturation coefficient of the reservoir collectors // Bulatovskie readings. – 2017. – Vol. 1. – P. 47–50.
14. Dyudbina A.A., Vakhitova G.R. Search of the missed productive collectors on the basis of the petrophysical model specification // Bulatovskie readings. – 2019. – Vol. 1. – P. 67–70.
15. Iskenderov M.M. Petrophysical parameters estimation of the collectors with account of their lithologic typification // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 1. – P. 107–110.
16. Klimov V.V., Savenok O.V., Leshkovich N.M. Confidence increase of the geophysical methods in the inclined and horizontal wells // Petroleum engineer. – 2017. – № 3. – P. 33–37.
17. Savenok O.V., Berezovskiy D.A., Kusov G.V. Laws and changes of the oil and gas properties in the deposits and fields // Bulatovskie readings. – 2019. – Vol. 1. – P. 114–119.