DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-2-54-60
УДК 622.279.6

Г.Ф. Шамсутдинова, Э.М. Альмухаметова (Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Республика Башкортостан, Российская Федерация)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ФЕДОРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Gulnaz F. Shamsutdinova, Elvira M. Almukhametova (Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University, Oktyabrskiy, Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL ANALYSIS OF FEDOROVSKOYE OIL FIELD DEVELOPMENT

Введение

На Федоровском месторождении проведено 3867 промыслово-геофизических исследований в добывающих и 2364 исследования в нагнетательных скважинах, также 4413 исследований по установлению и уточнению текущей газонасыщенности и газонефтяного контакта. Исследования проведены практически во всех скважинах, вскрывших объект АС₄₋₈.

За период времени с начала разработки месторождения были собраны, интерпретированы и проанализированы результаты 4379 гидродинамических исследований.

Цели и задачи

Анализ рентабельности разработки и эксплуатации Федоровского месторождения на основе геологических, гидродинамических и промысловых данных.

Результаты

Процесс выработки Федоровского месторождения (вытеснения нефти) по отдельным продуктивным интервалам происходит крайне неравномерно. На это указывают данные электрометрии уплотняющих скважин, пробуренных в более поздний период разработки пласта и вскрывших уже заводненные зоны площади залежи нефти.

Background

There were 3867 field-geophysical studies carried out in extractive wells and 2364 studies in injection wells, as well as 4413 studies to establish and refine current gas saturation and gas-oil contact at the Fedorovskoye oil field. Studies were carried out in almost all wells that opened the object AC₄₋₈.

Over the period from the beginning of field development, the results of 4379 hydrodynamic studies were collected, interpreted and analyzed.

Aims and Objectives

Profitability analysis of Fedorovskoye oil field development and operation based on geological, hydrodynamic and field data.

Results

Fedorovskoye oil field development (displacement of oil) through separate productive intervals is extremely uneven. This is indicated by the electrometry data of the condensing wells drilled in the later period of reservoir development and revealed the already planted areas of the oil field.

В высокопроницаемых коллекторах, которые залегают преимущественно в верхней и средней частях толщины пласта, достигнуты наиболее высокие показатели коэффициента вытеснения. В результате текущее состояние пласта представлено послойным чередованием высокообводненных и среднеобводненных пропластков. Данное обстоятельство значительно усложняет интенсификацию выработки оставшихся запасов нефти в разрабатываемом коллекторе.

The highest values of the displacement coefficient are attained in high-permeability reservoirs, which lie mainly in the upper and middle parts of the thickness of the reservoir. As a result, the reservoir current state is represented by a layer-by-layer alternation of high-water and medium-watered interlayers. This circumstance considerably complicates the intensification of the remaining oil reserves development in the reservoir being developed.

Ключевые слова: коллектор, сейсморазведка, гидродинамические исследования, геофизические исследования, нефтенасыщенность

Key words: collector, seismic exploration, hydrodynamic studies, geophysical studies, oil saturation

Геолого-геофизические исследования, проводившиеся в районе Федоровского месторождения начиная с 1947 г., на протяжении десяти лет носили региональный характер. С целью изучения геологического строения и оценки перспектив нефтеносности геологического разреза бурение опорных скважин проводится с 1951 г. [1].

Во второй половине XX в. начаты планомерные площадные исследования при помощи метода отражения волн (МОВ), основной целью которого являлось обнаружение богатых нефтью и газом локальных поднятий [2]. В течение 7 лет (1958-1965 гг.) на юге и в главной части Сургутского свода данными видами работ были обнаружены структуры II порядка: Ярославский прогиб, Юганская котловина, Южно-Балыкское и Федоровское куполовидные поднятия и др.

С середины 70-х гг. сейсморазведку начали применять по технологии общей глубинной точки (ОГТ). В процессе разведки на площади Федоровского месторождения нефти и газа использовались подробные геофизические работы МОВ ОГТ в более мелком масштабе. Методом ОГТ всего проработано около 5161,7 пог. км, при этом плотность сейсмических наблюдений составила

2,6 пог. км/км², значительная часть объемов сейсморазведочных работ ОГТ (около 1 пог. км/км²) приходится на период до 1991 г. (таблица 1) [1]. Мероприятия МОВ ОГТ 3D с бином 25 x 50 м на отчетной площади исследовались силами ОАО «Тюменнефтегеофизика», объем исследований 552,3 км², из них на Федоровский лицензионный участок приходится примерно 9 км². Поисково-разведочных и эксплуатационных скважин в пределах Федоровского лицензионного участка пробурено 153 и 6685 соответственно. 289 скважин пробурено с целью отбора керна на Федоровском лицензионном участке для лабораторных исследований, суммарный вынос керна из которых составил 8220,7 м.

Таким образом, по данному участку анализы использовались для определения следующих параметров: открытой пористости - 19891, проницаемости - 15178, вододерживающей способности - 10693. По определению коэффициентов остаточной нефтенасыщенности, фазовых проницаемостей, кривых капиллярного давления проведено около 357 специальных исследований (208, 21 и 128 определений соответственно). Объем стандартных и специальных лабораторных исследований керна приведен в таблице 2.

Таблица 1. Изученность Федоровского лицензионного участка (площадь 1952 км²)

№ п/п	Имя сейсморазведки	Исполнитель сейсморазведочных работ	Методы исследования	Объем сейсморазведочных работ, пог. км	Объем сейсморазведочных работ по лицензионному участку, %	Объем сейсморазведочных работ по лицензионному участку, пог. км	Плотность сейсмических наблюдений, пог. км/км ²
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>до 1991 г.</i>							
1	36/58-59	ХМГФ	МОВ	489,492	4	19,405	0,010
2	21/59-59	ХМГФ	МОВ	177,477	3	5,742	0,003
3	05/60-61	ХМГФ	МОВ	303,636	44	133,226	0,068
4	23/62-63	ХМГФ	МОВ	451,787	3	15,092	0,008
5	08/63-64	ХМГФ	МОВ	538,556	13	67,902	0,035
6	10/63-64	ХМГФ	МОВ	540,488	5	26,246	0,013
7	29/64-65	ХМГФ	МОВ	490,710	61	297,723	0,153
8	04/66-67	ТНГФ	МОВ	167,542	5	9,050	0,005
9	15/69-70	ХМГФ	МОВ	555,487	62	344,901	0,177
10	14/70-71	ХМГФ	МОВ	741,263	29	218,368	0,112
11	12/72-73	ХМГФ	КМПВ	500,091	9	45,770	0,023
12	14/72-73	ХМГФ	ОГТ	456,603	46	211,876	0,109
13	14/73-74	ХМГФ	МОВ	803,375	37	297,974	0,153
14	17/74-75	ХМГФ	МОВ	561,416	3	16,868	0,009
15	01/76-77	ТНГФ	ОГТ	335,834	1	4,140	0,002
16	10/76-77	ТНГФ	ОГТ	270,129	32	87,684	0,045
17	10/76-77	ХМГФ	ОГТ	318,036	1	4,647	0,002
18	17/76-77	ХМГФ	ОГТ	1109,855	23	258,066	0,132
19	10/77-78	ТНГФ	ОГТ	343,521	70	240,119	0,123
20	10/78-79	ТНГФ	ОГТ	354,899	90	320,334	0,164
21	10/79-80	ТНГФ	ОГТ	367,440	47	171,943	0,088
22	10/80-81	ТНГФ	ОГТ	366,461	55	201,774	0,103
23	10/82-83	ТНГФ	ОГТ	270,629	17	47,327	0,024
24	10/84-85	ХМГФ	ОГТ	282,901	10	28,408	0,015
25	10/85-86	ТНГФ	ОГТ	315,149	22	69,276	0,035
26	15/85-86	ХМГФ	ОГТ	390,712	1	4,669	0,002
27	10/86-87	ТНГФ	ОГТ	333,760	16	54,352	0,028
28	10/88-89	ТНГФ	ОГТ	306,267	16	50,093	0,026
29	23/88-89	ТНГФ	ОГТ	245,121	5	11,649	0,006
30	10/89-90	ТНГФ	ОГТ	335,140	1	3,376	0,002
Всего:						3268,0	1,675
Всего (ОГТ 2D):						1769,7	0,906

Продолжение таблицы 1

после 1991 г.							
31	23/92-94	ТНГФ	ОГТ	717,307	52	374,690	0,192
32	23/94-95	ТНГФ	ОГТ	421,441	7	28,657	0,015
33	23/95-96	ТНГФ	ОГТ	618,848	8	49,773	0,025
34	23/96-97	ТНГФ	ОГТ	585,680	63	369,493	0,189
35	08,23/97-98	ТНГФ	ОГТ	1244,778	98	1224,741	0,627
36	08/98-99	ТНГФ	ОГТ	517,809	39	202,161	0,104
37	23/98-99	ТНГФ	ОГТ	706,647	66	466,232	0,239
38	08/99-00	ТНГФ	ОГТ	661,196	62	408,849	0,209
39	20/99-00	ТНГФ	ОГТ	541,742	30	160,155	0,082
40	23/01-02	ТНГФ	ОГТ	1121,320	10	107,216	0,055
Всего (ОГТ 2D):						3391,967	1,737
41	01,20/01-02	ТНГФ	ОГТ 3D	552,3 км ²	2	9,5 км ²	25 x 50м
Всего (ОГТ 3D):					2	9,5 км ²	
Всего						6660,0	3,412
Всего (ОГТ 2D):						5161,7	2,643
Всего (ОГТ 3D):						9,5 км ²	

Таблица 2. Объем лабораторных исследований керна

Объект	Число скважин	Суммарный вынос керна, м	Количество определений по видам анализов										
			коллекторские свойства				поточные эксперименты			литологические характеристики			
			пористость (K _п)	абсолютная газопроницаемость (K _{пр})	водоудерживающая способность (K _{вс})	удельное электрическое сопротивление (УЭС)	коэффициент остаточной нефтенасыщенности	фазовые проницаемости	кривые капиллярного давления	гранулометрический состав	петрография (описание пород по шлифам)	минералогический анализ глинистой составляющей	минералогический анализ карбонатности
ЮС ₂	132	2834,6	6061	4730	2811	1171	53	3	18	555	507	763	619
Всего	289	2834,6	6061	4730	2811	1171	208	21	128	555	507	763	619

Геофизические исследования в бурящихся скважинах проводились комплексом методов согласно инструкции «Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах» № 445/323 от 28.12.1999 г. [1]. Материалы полученного комплекса использовались при интерпретации данных.

На Федоровском месторождении проведено 3867 промыслово-геофизических исследований в добывающих [2, 3] и 2364 исследования в нагнетательных скважинах. Также проведено 4413 исследований по установлению и уточнению текущей газонасыщенности и газонефтяного контакта (ГНК) [4-8]. Исследования проведены практически во всех скважинах, вскрывших объект АС4-8. Контроль за изменением газонасыщенности

осуществляется в 168 скважинах опорной сети каждый год. Также проведено 82 исследования по установлению и уточнению текущей нефтенасыщенности.

За период времени с начала разработки исследуемого месторождения были собраны, интерпретированы и проанализированы результаты 4379 гидродинамических исследований (ГДИС) методами: кривой восстановления уровня (КВУ) - 2153 исследования, кривой восстановления давления (КВД) - 1587 исследований, индикаторная диаграмма (ИД) - 849 исследований. Объем исследований по пластам приведен в таблице 3.

Свойства и состав пластовой жидкости исследуемого Федоровского месторождения определены на образцах 232 проб из 136 скважин (таблица 4).

Таблица 3. Объем гидродинамических исследований

Объект	Количество исследований				Охват фонда исследованиями, %
	КВД	КВУ	ИД	Всего	
ЮС2	3	50	0	53	43,1
Всего	1587	2153	849	4589	

Таблица 4. Физико-химический анализ пластовой нефти

Объект	Анализ физико-химической характеристики пластовой нефти на образцах глубинных проб (дифференциальный метод)		Анализ физико-химической характеристики и фракционного состава дегазированной нефти		Анализ компонентного состава нефтяного газа, дегазированной и пластовой нефти		Анализ химического состава и физических свойств пластовых вод (всего)	
	количество скважин	количество проб	количество скважин	количество проб	количество скважин	количество проб	количество скважин	количество проб
ЮС2	7	17	44	69	7	17	10	16
Всего	136	232	44	69	136	232	10	16

Выводы

На основе анализа результатов строения геолого-физической характеристики месторождения, изученности сейсморазведки показана рентабельность для разработки и эксплуатации Федоровского месторождения. В общем, по объекту показатели выработки

запасов углеводородов, в частности нефти, соответствуют запроектированным системам разработки.

Уплотнение сетки скважин посредством зарезок боковых стволов решено применить для осуществления планируемой довыработки запасов нефти.

Список литературы

1. Геологический отчет ОАО «Сургутнефтегаз» за 2013 г. / ОАО «Сургутнефтегаз». Сургут, 2013. 310 с.
2. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 816 с.
3. Коротаев Ю.П., Ширковский А.И. Добыча, транспорт и подземное хранение газа. М.: Недра, 1984. 212 с.
4. Халимов Р.Н., Альмухаметова Э.М., Халимов И.Н., Габдрахманов Н.Х., Петрова Л.В., Нугаев Р.Я., Хазипов Р.Х. Применение поинтервального гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах ООО «Лукойл-Западная Сибирь» // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 4 (98). С. 56-63.
5. Халимов Р.Н., Тазетдинов И.Р., Корепанов Д.И., Альмухаметова Э.М., Халимов И.Н., Габдрахманов Н.Х., Петрова Л.В., Нугаев Р.Я., Хазипов Р.Х. Исследование нагнетательных скважин с повышенными устьевыми давлениями вследствие высоких пластовых давлений автономными приборами методом термометрии // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 4 (98). С. 98-107.
6. Альмухаметова Э.М., Габдрахманов Н.Х., Габзалилова А.Х. Эксплуатация скважин в осложненных условиях. Уфа, 2015. 114 с.
7. Уразаков К.Р., Дашевский А.В., Здолик С.Е. Справочник по добыче нефти. СПб.: Недра, 2006. 302 с.
8. Муравьев В.М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1973. 384 с.

References

1. *Geologicheskii otchet ОАО «Surgutneftegaz» za 2013 g.* [Geological Report of OJSC «Surgutneftegas» for 2013]. Surgut, 2013. 310 p. [in Russian].
2. Mishchenko I.T. *Skvazhinnaya dobycha nefi* [Downhole Oil Production]. Moscow, Izd-vo «Neft' i gaz» RGU nefi i gaza im. I.M. Gubkina, 2003. 816 p. [in Russian].
3. Korotaev Yu.P., Shirkovskii A.I. *Dobycha, transport i podzemnoe khranenie gaza: ucheb. dlya vuzov* [Extraction, Transport and Underground Gas Storage]. Moscow, Nedra Publ., 1984. 212 p. [in Russian].
4. Khalimov R.N., Al'mukhametova E.M., Khalimov I.N., Gabdrakhmanov N.Kh., Petrova L.V., Nugaev R.Ya., Khazipov R.Kh. *Primenenie pointinterval'nogo gidrorazryva plasta v gorizontallykh skvazhinakh* ООО «Lukoil-Zapadnaya Sibir» [Multi-Zone Hydraulic Fracturing in Horizontal Wells of ООО Lukoil-West Siberia]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 56-63. [in Russian].
5. Khalimov R.N., Tazetdinov I.R., Korepanov D.I., Al'mukhametova E.M., Khalimov I.N., Gabdrakhmanov N.Kh., Petrova L.V., Nugaev R.Ya., Khazipov R.Kh. *Issledovanie nagnetatel'nykh skvazhin s povyshennymi ust'evymi davleniyami v sledstvie vysokikh plastovykh davlenii avtonomnymi priborami metodom termometrii* [Analysis of Injection Wells with High Wellhead Pressure and High Reservoir Pressure by Autonomous Equipment Based on Thermometry Method]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 98-107. [in Russian].
6. Al'mukhametova E.M., Gabdrakhmanov N.Kh., Gabzalilova A.Kh. *Ekspluatatsiya skvazhin v oslozhnennykh usloviyakh: ucheb. posobie dlya studentov obrazovatel'nykh organizatsii vysshego obrazovaniya, obuchayushchikhsya po napravleniyu podgotovki bakalavriata «Neftegazovoe delo»* [Wells Operation in Complicated Conditions. Ufa, 2015. 114 p. [in Russian].

7. Urazakov K.R., Dashevskii A.V., Zdol'nik S.E. *Spravochnik po dobyche nefi* [Handbook on Oil Production]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2006. 302 p. [in Russian].

8. Murav'ev V.M. *Ekspluatatsiya neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Oil and Gas Wells Operation]. Moscow, Nedra Publ., 1973. 384 p. [in Russian].

Авторы

• Шамсутдинова Гульназ Фагимовна
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Студент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: sh25gulnaz@mail.ru

• Альмухаметова Эльвира Маратовна, канд. техн.
наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Доцент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru

The Authors

• Shamsutdinova Gulnaz F.
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Student of Exploration and Exploitation of Oil
and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: sh25gulnaz@mail.ru

• Almukhametova Elvira M., Candidate
of Engineering Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation
of Oil and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru