

УДК: 622.271

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКДЖАР

Турдиев Шохжахон Шермамат угли¹ – докторант (PhD),
ORCID: 0009-0004-2441-3798, E-mail: shoh_9699@mail.ru

Агзамова Севара Авазовна² - доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент,
ORCID: 0000-0002-9948-5137, E-mail: atabekagzamov@mail.ru

Рахимов Улугбек Зокирович³ - заместитель директора,
ORCID: 0009-0007-7671-4690, E-mail: u.rakhimov@saneg.com

Газиназарова Севинч Гайратовна² - магистрант
ORCID: 0000-0002-9948-5137, E-mail: atabekagzamov@mail.ru

¹Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

²Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова,
г. Ташкент, Узбекистан

³Дирекции добыча нефти и газа ИП ООО “Sanoat Energetika Guruhi” г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Приведены геолого-физические условия залежей нефти и результаты анализа текущего состояния разработки месторождения Акджар. С применением характеристик вытеснения нефти водой оценены начальные извлекаемые запасы нефти. В целях извлечения остаточных запасов нефти рекомендовано бурение новых скважин, в зонах, не охваченных процессом извлечения нефти при реализованной системе разработки.

В качестве метода определения начальных извлекаемых запасов нефти разрабатываемых объектов (залежей) по данным их эксплуатации принято использование так называемых характеристик вытеснения. Под характеристиками вытеснения понимаются зависимости накопленной добычи нефти по рассматриваемому объекту от накопленной добычи жидкости или воды (при различных возможных модификациях координат в зависимостях).

Полученные результаты свидетельствуют, что нефтедобывающие скважины ликвидированы из-за обводнения, не достигая предельного его значения. Естественно, это привело к оставлению в пласте части извлекаемых запасов нефти.

В результате проведенных расчетов и анализа их результатов установлено величина остаточных извлекаемых запасов нефти. Для извлечения остаточных запасов нефти рекомендовано бурение новых скважин.

Ключевые слова: месторождения, горизонт, разработка, система, скважина, запас, оценка, извлечение, коэффициент, вытеснение, метод, расчет.

UDC: 622.271

RESULTS OF THE ASSESSMENT OF RECOVERABLE OIL RESERVES OF THE AKDJAR FIELD

Turдиев, Shokhjakhon Shermamat ugli¹ – Doctoral student (PhD)

Agzamova, Sevara Avazovna² – Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate professor

Rakhimov, Ulugbek Zokirovich³ – deputy director

Gazinazarova, Sevinch Gayratovna² – master’s student

¹Karshi State Technical University, Karshi city, Uzbekistan

²Tashkent State Technical University named after I.Karimov, Tashkent city, Uzbekistan

³Oil and Gas Production Directorate –FE LLC “Sanoat Energetika Guruhi”,
Tashkent city, Uzbekistan

Abstract. The geological and physical conditions of oil deposits and the results of the analysis of the current state of development of the Akdjara field are presented. Using the characteristics of oil

displacement by water, the initial recoverable oil reserves are estimated. In order to extract the remaining oil reserves, it is recommended to drill new wells in areas not covered by the oil extraction process under the implemented development system.

The so-called displacement characteristics are accepted as a method for determining the initial recoverable oil reserves of developed objects (deposits) based on their exploitation data. The displacement characteristics are understood as the dependences of the accumulated oil production for the object under consideration on the accumulated production of liquid or water (with various possible modifications of the coordinates in the dependencies).

The results obtained indicate that oil producing wells were liquidated due to flooding, without reaching its maximum value. Naturally, this led to the abandonment of a part of the recoverable oil reserves in the formation.

As a result of the calculations and analysis of their results, the amount of residual recoverable oil reserves was determined. Drilling new wells is recommended to extract the residual oil reserves.

Keywords: *deposits, horizon, development, system, well, reserve, assessment, extraction, coefficient, displacement, method, calculation.*

UO‘K: 622.271

OQJAR KONIDAN OLINADIGAN NEFT ZAHIRALARINI BAHOLASH NATIJALARI

Turdiyev Shoxjaxon Shermamat o‘g‘li¹ – doktorant (PhD)

Agzamova Sevara Avazovna² – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Raximov Ulug‘bek Zokirovich³ – direktor o‘rinbosari

Gazinazarova Sevinch G‘ayratovna² – magistratura talabasi

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

²Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh, O‘zbekiston

³“Sanoat Energetika Guruhi” MCHJ QK Neft va gaz qazib olish direksiyasi

Annotatsiya. *Maqolada Oqjar konidagi neft uyumlarining geologik-fizik sharoitlari va joriy ishlatish holatining tahlili keltirilgan. Neftni suv bilan siqib chiqarish tavsifi qo‘llanilib boshlang‘ich olinadigan neft zahiralari baholangan. Qolgan neft zaxiralarini chiqarib olish maqsadida, joriy qilingan ishlatish sistemasida neft chiqarib olish jarayoni bilan qamrab olingan zonalarda, yangi quduqlarni burg‘ilash tavsiya etilgan.*

O‘zlashtirilgan obyektlarning (konlarning) dastlabki qazib olinadigan neft zahiralarini ularning ekspluatatsiya ma‘lumotlari asosida aniqlash usuli sifatida joy almashish xususiyatlardan foydalaniladi. Siqilish usuli ko‘rib chiqilayotgan obyekt uchun to‘plangan neft qazib olishning suyuqlik yoki suvning to‘plangan ishlab chiqarishiga bog‘liqligini anglatadi (bog‘liq koordinatalarning turli xil o‘zgarishlari bilan).

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, neft qazib oluvchi quduqlar maksimal qiymatga yetmasdan, suv kesilishi tufayli tashlab ketilgan. Tabiiyki, bu rezervuarda qazib olinadigan neft zahiralarining bir qismi saqlanib qolishiga olib keldi.

Hisob-kitoblar va ularning natijalarini tahlil qilish natijasida neftning qoldiq qazib olinadigan zahiralari miqdori aniqlandi. Qolgan neft zaxiralarini qazib olish uchun yangi quduqlarni burg‘ulash tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar. *kon, gorizont, ishlatish, sistema, quduq, zaxira, baholash, chiqarib olish, usul, hisoblash.*

Введение

По состоянию на 01.01.2023 г. в Республике Узбекистан выявлены 296 месторождений углеводородов, из которых на 149 имеются залежи нефти. Средняя выработанность извлекаемых запасов нефти категории $A + B + C$, этих залежей составляет 65,34%, в том числе в залежах нефти Бухаро-Хивинского региона -62,25%, Ферганского региона -68,48%, Сурхандарьинского региона -80,06%.

На разрабатываемых залежах, несмотря на относительно высокий выработанность извлекаемых запасов, средний степень извлечения геологических запасов нефти составляют небольшую величину: по Республике Узбекистан -21,98%; Бухаро-Хивинскому региону - 21,0%; Ферганскому региону -24,2%; Сурхандарьинскому региону-21,7% [1, 2, 3, 4].

В связи с этим актуальным является уточнение начальных извлекаемых запасов нефти разрабатываемых месторождений, оценка остаточных в них запасов и обоснование геолого-технических мероприятий по их извлечению.

Это свидетельствует о необходимости уточнения начальных извлекаемых запасов нефти на разрабатываемых месторождениях, оценки остаточных запасов и обоснования геолого-технических мероприятий по их эффективному извлечению. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью совершенствования подходов к извлечению трудноизвлекаемых запасов нефти в условиях зрелых месторождений, особенно при высоком уровне обводнённости скважин и снижении пластового давления.

Месторождение Акджар, относящееся к числу старых, введённых в разработку более 50 лет назад, является ярким примером объекта, где возможна актуализация оценок запасов и повышение коэффициента извлечения. В связи с этим проведена оценка геолого-физических параметров, истории разработки, а также выполнены расчёты по уточнению начальных и остаточных извлекаемых запасов нефти на основе характеристик вытеснения. Полученные результаты могут служить основой для принятия решений по бурению новых скважин в зонах, не охваченных дренированием, и реализации вторичных методов воздействия на пласт.

Материалы

Акджарская структура выявлена геологической съёмкой в 1957 г. в 1959 г. начато бурение поисковой скважины №1, которая является первооткрывательницей месторождения.

Месторождения Акджар относится к типу многопластовых. Газовые залежи промышленного значения установлены в IX, XII, XIII и XIV горизонтах, нефтегазовое-в XV и нефтяное в XVI, XVII горизонтах. Незначительные притоки газа и нефти были получены из X, XI горизонтов мелового, XVII, XVIII, XX горизонтов нижнесреднеюрского и палеозойского возрастов (рис.1).

Акджарская структура, входящая в Каганское поднятие, представляет собой антиклинальную складку, вытянутую с юга на северо-запад.

Акджарская структура в тектоническом отношении располагается в северо-восточной части Каганского поднятия. На севере она граничит с Шурчинской, на юге - с Джаркакской складками.

На поверхности описываемая складка сложена породами верхнего мела, которые перерыты маломощном чехлом современных наносов. На далеких погружениях она обрамляется известняками палеоцена.

По кровле глин нижнего Турона складка имеет довольно сложные очертания и представляет собой брахиантиклинальное субмеридионального простирания. Её ось несколько изогнута и обращена выпуклостью на восток. Структура осложнена двумя куполами со своими сводами в районе скважин №1 и 4.

Складка ассиметрична с более крутым западным (до 10°) и пологим восточным (до 5°) крыльями.

Длина структуры по замыкающей изогипсе составляет почти 66 м, ширина её в самой широкой части 3 км при высоте 132 м. с глубиной строение Акджарской складки претерпевает незначительный изменения. Так, по отложениям верхней юры (кровля XV горизонта) структура представляет собой брахиантиклинальную складку, имеющую более сложную конфигурацию (рис.2).

Ось складки, дугообразно изгибаясь, меняет свое простирание с почти меридиального (юг-юго-восток на южной переклинали) на северо-западное. Складка ассиметрична с более крутым (до 14°) западным и пологим (до 6°) восточным крыльями.

Юго-восточная периклираль погружается под углом 5°, северо-западная периклираль имеет форму «структурного носа» с пологим залеганием пород.

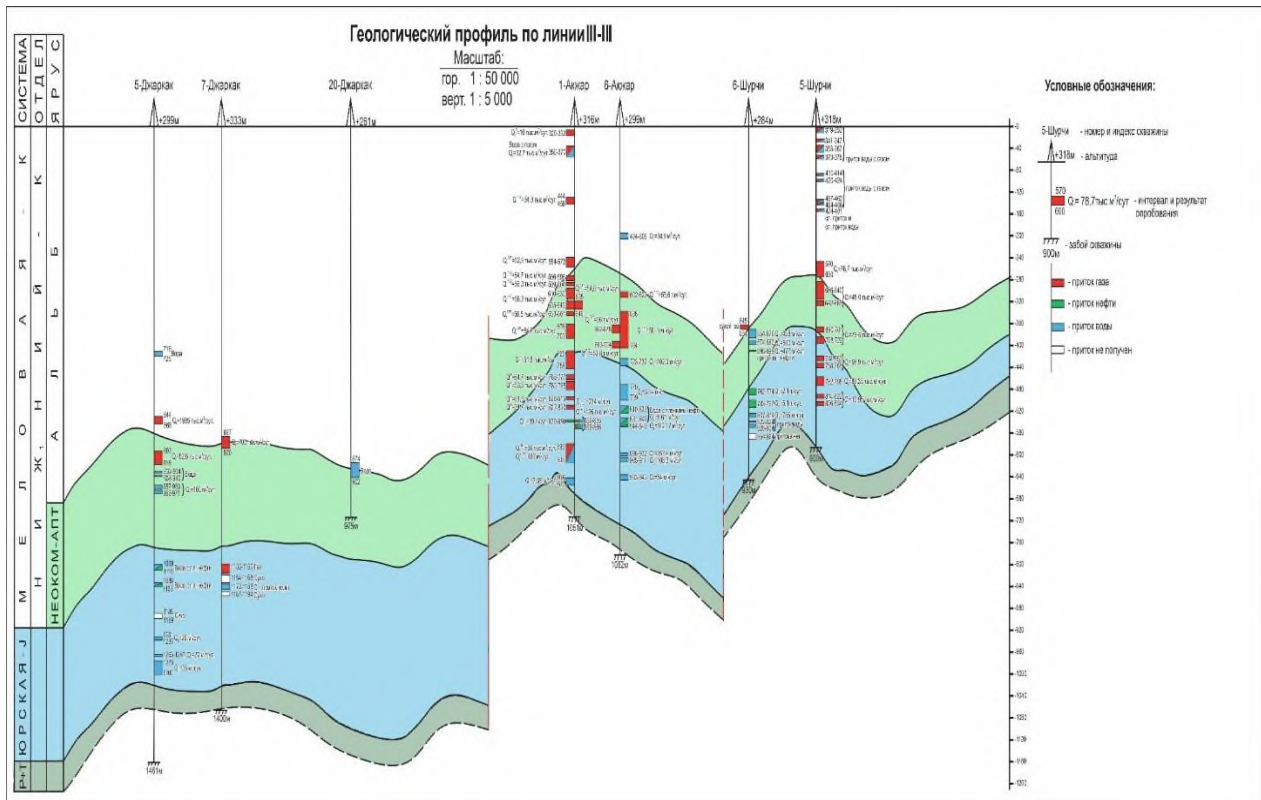


Рис. 1. Геологический профиль по линии III-III.

Свод складки по кровле XV горизонта, также, как и, по кровле других горизонтов располагается в районе скв. №1.

Размеры складки (по замыкающей изогипсе-500 м) следующие: 4,5х1,3 км при высоте 35 м.

По нижележащим горизонтам структура, сохраняя в общих чертах юрский структурный план, претерпевает незначительные изменения в его конфигурации и размерах.

Нефтяные залежи XV+XVI горизонтов и газовые XII+XIII горизонтов введены в разработку в 1964 г. согласно «Проект разработки газонефтяных залежей месторождения Акджар» и «Проект разработки газонефтяных залежей месторождения Шурчи и Акджар».

Из числа разведочных скважин только скважины №1 и №7 в последующем были запущены в эксплуатацию. Несмотря на то, что в скважине №2 был получен промышленный приток нефти дебитом до 42 тн/сут, она впоследствии была ликвидирована по причине выполнения поставленных задач. В других скважинах были получены промышленные притоки газа (от 15 до 78 тыс.м³/сут), но они также были ликвидированы, по геологическим причинам. Эксплуатационное бурение начато в мае 1963 г., бурением скважины №11 и завершено в 1965 г. до возобновления добычи в 2023 году было пробурено 20 эксплуатационных скважин (№№ 11-30), из которых скважины №№20, 30 были ликвидированы, не вступая в эксплуатацию. Таким образом к началу разработки месторождения было подготовлено семь скважин (№№7, 11, 12, 13, 15, 16, 17) к эксплуатации нефтяных залежей. В 1965 году были введены в эксплуатации еще семь скважин (№№14, 18, 19, 21, 22, 23, 24) а в 1966 году три скважины (№№26, 27, 28).

Столь быстрый ввод скважины обусловил высокие годовые отборы нефти в начальный период разработки (рис. 3). Процесс разбуривания залежей практически был завершён в течение трех лет, что обусловило равномерное и одновременное дренирование всей залежи. Основное количество пробуренных скважин пришлось на восточное крыло структуры, в сводной части поднятия оказались три скважины и на западном более крутом крыле четыре, из которых три оказались за контуром нефтегазоносности (рис.4).

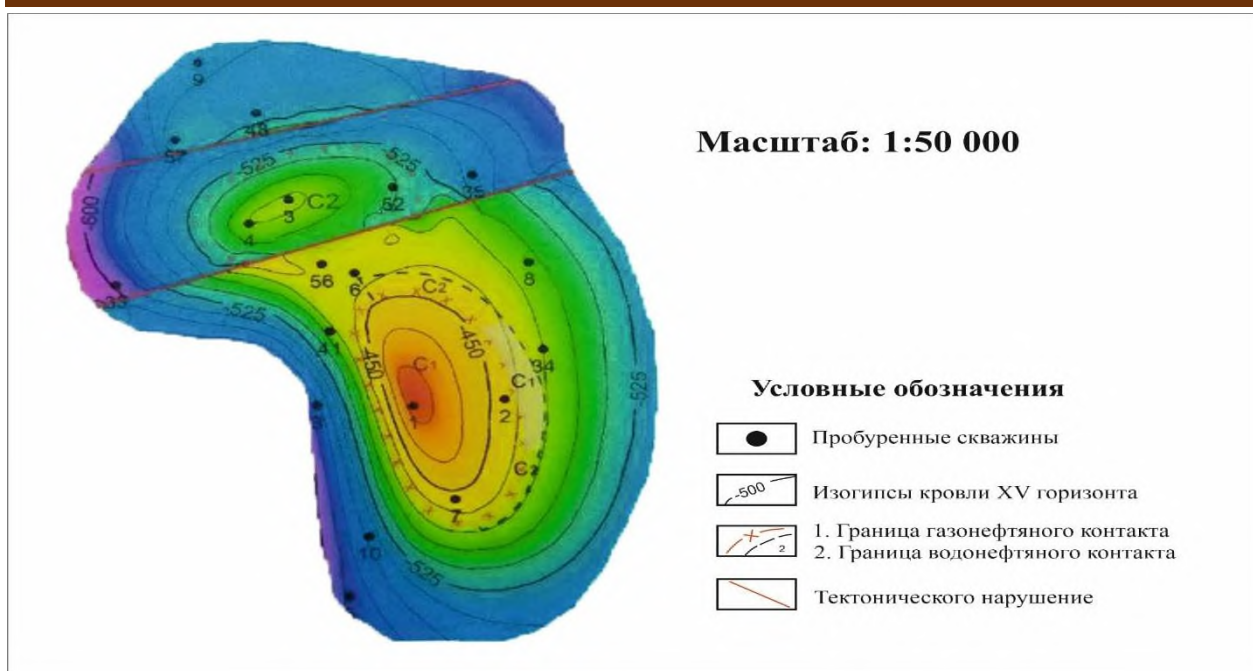


Рис.2. Структурная карта по кровле XV горизонта месторождения Акдjar.

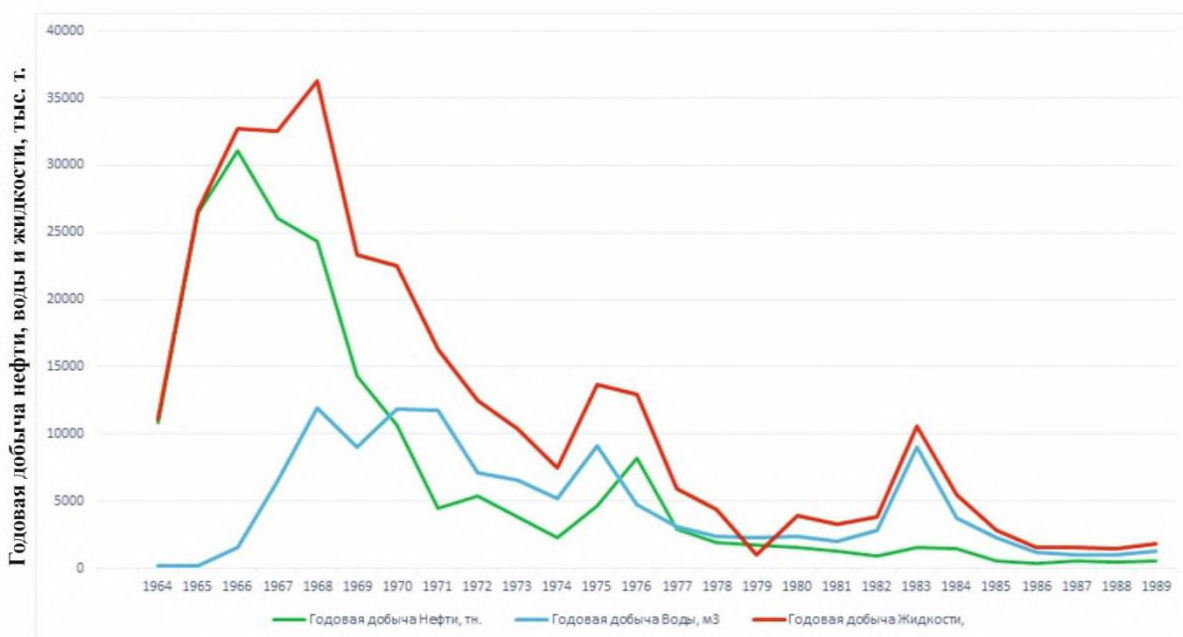


Рис. 3. Динамика добыча нефти, воды и жидкости нефтегазового месторождения Акдjar.

Промышленная разработка залежей начала в 1964 году вводом в эксплуатацию скважин №№ 7, 12, 13, 15, 16, 17. Практически все скважины прошли через все три способа эксплуатации, за исключением скважин (№№24, 26, 27, 28) которые вступили газлифтным способом и поработав три месяца полностью обводнялись. Фонтанный период добычи нефти оказался непродолжительным и составил в среднем около двух лет, а газлифтный способ эксплуатации составил в среднем чуть более двух лет.

За период разработки нефтяных залежей XV+XVI горизонтов 1964-1999 гг. извлечено всего 197 тыс.т нефти, что составляет 29,86% от начальных балансовых запасов, при утвержденном коэффициенте извлечения нефти 17,5%. Выработанность извлекаемых запасов нефти равна 58,8%.

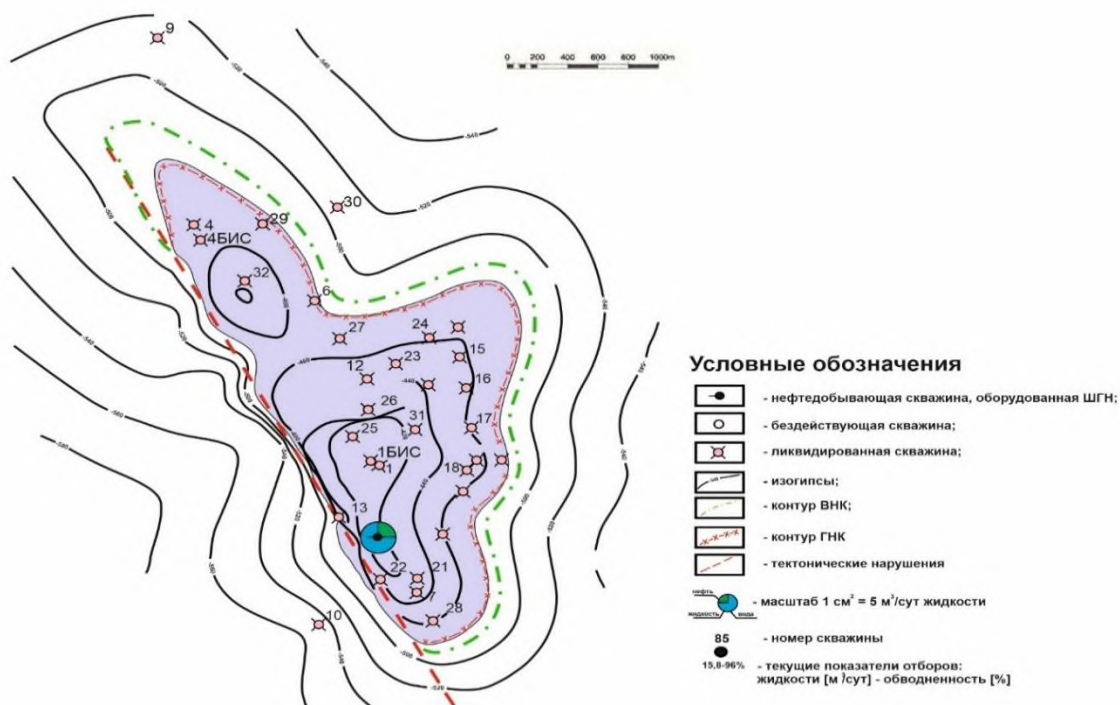


Рис. 4. Карта разработки месторождения Акджар по состоянию на 01.03.2024 г. (ООО “GRDC”, 2024 г)

За период разработки газовых залежей XII+XIII горизонтов 1964-1998 гг. извлечено всего 1 178 880 м³ газа, что составляет 61,41% от начальных балансовых запасов.

Методы

В качестве метода определения начальных извлекаемых запасов нефти разрабатываемых объектов (залежей) по данным их эксплуатации принято использование так называемых характеристик вытеснения.

Под характеристиками вытеснения понимаются зависимости накопленной добычи нефти по рассматриваемому объекту от накопленной добычи жидкости или воды (при различных возможных модификациях координат в зависимостях).

Достоинствами использования характеристик вытеснения для определения начальных извлекаемых запасов нефти по разрабатываемым объектам в поздней стадии эксплуатации являются:

- величина извлекаемых запасов нефти получается из характеристик вытеснения непосредственно (для ее определения не требуется предварительное знание величин начальных балансовых запасов нефти и проектного коэффициента извлечения нефти);
- при определении запасов автоматически учитываются особенности реализуемой на объекте системы разработки [5, 6, 7, 8].

Определение начальных извлекаемых запасов нефти рассмотрим на примере показателей разработки горизонтов XV+XVI месторождения Акджар (табл.1), с использованием характеристик вытеснения нефти водой предложенных С.Н.Назаровым и Г.С.Камбаровым с соавторами, т.к. эти методы являются наиболее предпочтительными с точки зрения обеспечения точности расчетов (до±2,6%) [1].

Основные расчетные зависимости определения извлекаемых запасов нефти по этим методам имеют вид:

- по методу С.Н.Назарова [2]

$$R_{ж} = a + b \times Q_{ж}, \quad (1)$$

- по методу Г.С.Камбарова [3]

$$Q_H \times Q_{ж} = c + d \times Q_{ж}, \quad (2)$$

где $Q_{ж}$ и Q_H – накопленные отборы нефти и жидкости; a, b, c, d-коэффициенты определяемые из графиков или методом наименьших квадратов; $R_{ж}$ -жидкостно-нефтяной фактор ($R_{ж} = Q_{ж}/Q_H$).

По характеристикам вытеснения нефти водой определяются запасы нефти ($Q_{изв}(\infty)$), которые можно извлечь из залежи при $Q \rightarrow \infty$ и при условии сохранения реализованной системы разработки залежи. Значения $1/b$ соответствуют величине извлекаемых запасов нефти при бесконечной промывке пласта.

Величина извлекаемых запасов к моменту достижения предельной рентабельной доли нефти в потоке жидкости ($f_{пр}$) определяется по формуле из

$$Q_{изв}(f_{пр}) = Q_{изв}(\infty) \times \left[1 - \sqrt{a(f_{пр})} \right], \quad (3)$$

где $f_{пр}$ -предельная рентабельная доля нефти в потоке жидкости. В расчетах величина $f_{пр}$ - принята равной 0,01.

Таблица 1

Динамика основных показателей разработки нефтегазового месторождения Акджар

Годы	Годовая добыча				Фонд скважин	Средний дебит скважины по нефти,	Обводненность, %	Газовый фактор, м ³ /тн	Пластовое давление, МПа
	Нефти, тн.	Воды, м ³	Жидкости, тн.	Газа, тыс.м ³					
1964	10874	210	11080	683,1	7	13,0	1,9	62,8	7,5
1965	26446	213	26659	1170,1	13	9,2	7,9	44,2	6,9
1966	31108	1574	32682	4493,5	16	6,6	4,8	144,4	6,4
1967	26095	6438	32533	1909,8	16	5,5	19,8	72,9	6,1
1968	24367	11913	36280	2022,4	15	4,9	32,8	82,9	6,0
1969	14308	9025	23333	2208,2	15	3,5	38,7	154,3	5,9
1970	10633	11853	22486	786,8	15	2,4	52,7	73,9	5,8
1971	4467	11758	16295	336,1	14	1,4	72,5	75,2	5,8
1972	5355	7129	12494	332,5	14	2,0	57,1	68,1	5,7
1973	3843	6589	10432	247,6	13	1,4	63,2	64,4	5,7
1974	2280	5216	7496	145,2	10	0,8	69,6	64,1	5,6
1975	4614	9084	13698	418,5	8	1,9	66,3	90,7	5,5
1976	8208	4766	12976	807,5	8	4,8	36,7	98,4	5,4
1977	2884	3081	5965	207,3	6	1,7	51,6	71,8	5,4
1978	1944	2421	4365	146,3	6	1,2	55,5	75,3	5,1
1979	1745	2289	1034	131,6	6	1,3	56,7	75,4	4,3
1980	1561	2375	3936	114,3	5	1,3	60,3	73,2	4,1
1981	1263	1982	3245	86,6	5	0,9	61,1	68,6	3,8
1982	935	2857	3792	64,7	5	0,5	75,3	69,2	3,6
1983	1550	8988	10538	80,2	5	0,9	85,3	51,7	3,5
1984	1488	3754	5442	85,1	5	0,9	71,6	57,2	3,4
1985	588	2269	2857	41,5	5	0,6	79,4	70,5	3,3
1986	390	1211	1601	27,3	5	0,5	75,7	70,1	3,3
1987	521	1029	1550	82,3	5	0,7	66,4	62,0	3,2
1988	445	974	1419	28,7	5	0,5	68,6	64,5	3,2
1989	540	1270	1810	34,8	4	0,6	70,2	64,4	3,2

В соответствии с методическим руководством по расчету коэффициентов извлечения нефти из недр на характеристиках вытеснения нефти водой построенных по горизонтам XV+XVI месторождения Акджар выделялись заключительные прямолинейные отрезки для определения начальных извлекаемых запасов условия бесконечной промывки пласта. Характеристики вытеснения приведены на рис.5 и 6.

Результаты

В результате обработки зависимости $R_{ж} = f_{пр}(Q_{ж})$ получена уравнение:

$$R_{ж} = 0,7898 + 0,0027 \times Q_{ж} \quad (4)$$

Коэффициент корреляции и среднеквадратическая ошибка зависимости соответственно равны $r=0,9944$ и $S=1,86\%$.

В результате обработки зависимости $Q_{н} \times Q_{ж} = f(Q_{ж})$ получена уравнение:

$$Q_{н} \times Q_{ж} = 246,58 \times Q_{ж} - 18806 \quad (5)$$

Коэффициент корреляции и среднеквадратическая ошибка зависимости соответственно равны $r=0,9979$ и $S=1,03\%$.

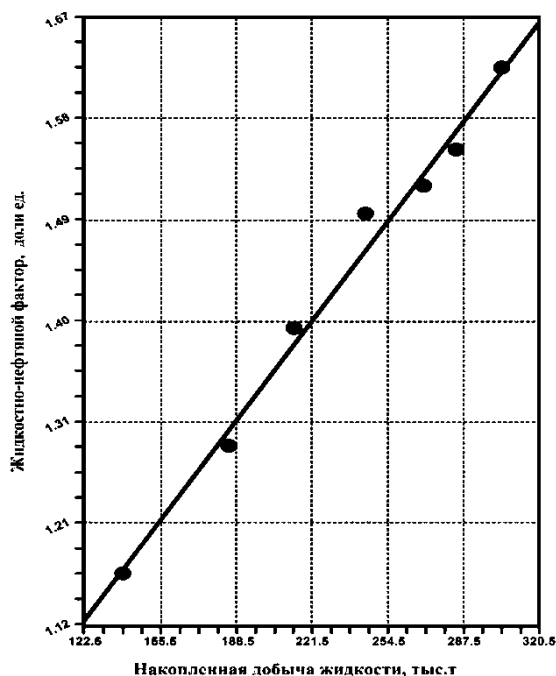


Рис. 5. Характеристика вытеснения нефти водой по методу Назарова С.Н.

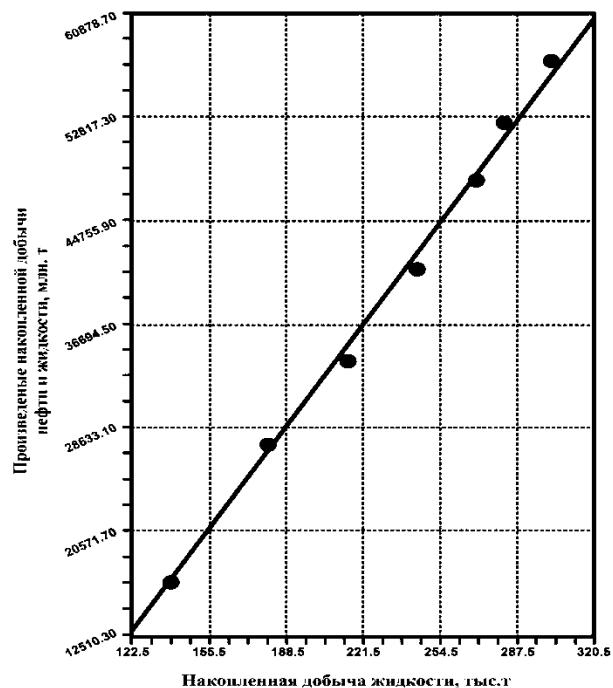


Рис. 6. Характеристика вытеснения нефти водой по методу- Камбарова Г.С.

При бесконечной промывке пласта начальные извлекаемые запасы нефти по зависимостям (4) и (5) соответственно составляют 370 тыс.т и 246,5 тыс.т а при $(f_{пр})=0,1$, что соответствуют отключению скважин при обводненности 90% их величины равны 333 тыс.т и 222 тыс.т. Полученные результаты свидетельствуют, что нефтедобывающие скважины ликвидированы из-за обводнения, не достигая предельного его значения. Естественно, это привело к оставлению в пласте части извлекаемых запасов нефти.

Данной вывод подтверждается зависимостями накопленного водонефтяного фактора и среднего газового фактора от отметок их изогипс, приведенных на рис.7 и 8.

Как видно из рис.7 подавляющая часть скважин (№№7, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 22) были ликвидированы, не достигнув водонефтяного фактора менее 1. Только в скважинах №№13, 24 по XVI горизонту величина водонефтяного фактора превышает 1. Зависимость среднего газового фактора гипсометрических отметок скважин свидетельствует, что добытый газ из

скважин №№7, 11, 12, 16, 17, 22 по XVI горизонту и №№18, 21, 22, 24, 28 по XV горизонту можно отнести на смесь свободного и растворенного газа; №19 по XVI и XV горизонтам на свободный газ. [9, 10, 11, 12]

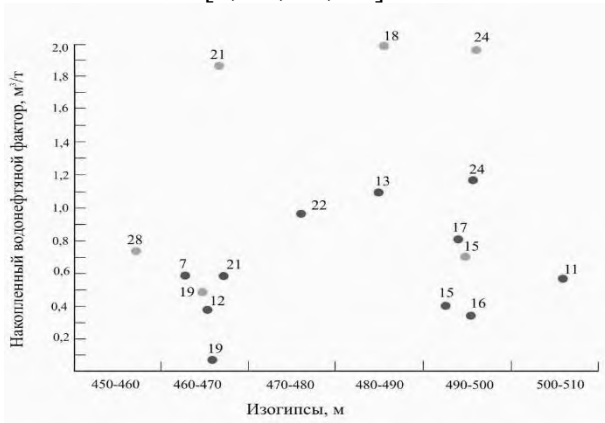


Рис. 7. Зависимость накопленного водонефтяного фактора от место заложения скважин для XVI и XV горизонтов:

- - скважины XVI горизонта;
- - скважины XV горизонта

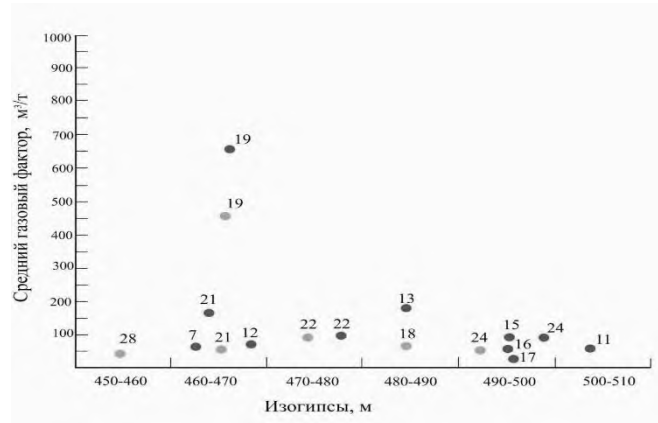


Рис. 8. Зависимость среднего газового фактора от их место заложения скважин для XVI и XV горизонтов:

- скважины XVI горизонта;
- скважины XV горизонта.

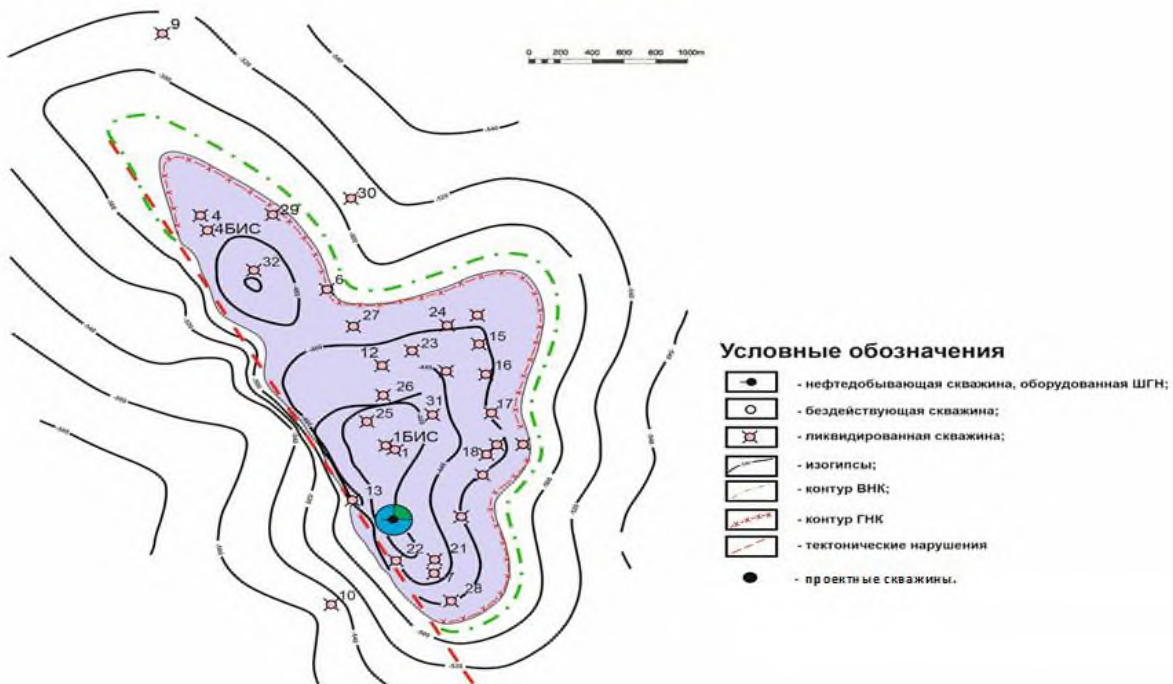


Рис.9. Карта разработки XV+XVI горизонтов месторождения Акджар

Заключение

В результате проведенных расчетов и анализа их результатов установлено величина остаточных извлекаемых запасов нефти. Для извлечения остаточных запасов нефти рекомендовано бурение новых скважин.

Для обоснования место заложения проектных скважин проанализированы результаты испытания и эксплуатации ранее пробуренных скважин с учетом их гипсометрических

положений, на основе геологической модели по XV горизонту. Из уточненной структурной карты XV горизонта сделан вывод, что невыработанными участками нефтегазоносной площади на основной части являются зоны между скважинами №№19, 20, 21, 36 1БИС (рекомендуется заложение скважины №33, 35) и №№12, 25, 26 (рекомендуется заложение скважины №32). Схема расположения проектных скважин приведена на рис.9.

В разрезе скважины №32 возможно продуктивными будут горизонты IX (газ), XII+XIII (газ), XIV (газ), XV(газ+нефть), XVI (газ+нефть) и XVII (газ+нефть) горизонты.

В разрезе скважины №33 ожидается получение нефти и газа из XV, XVI и XVII горизонтов, газ из IX, XII+XIII (запасы практически выработаны), XIV горизонтов.

В разрезе скважины №35 ожидается получены нефти и газа из XV, XVI и XVII горизонтов.

Литература

- [1] Методическое руководство по расчету коэффициентов извлечения нефти из недр. – М.: Миннефтепром, 1986. – 253 с.
- [2] Назаров С.Н., Сипачев Н.В. Методика прогнозирования технологических показателей на поздней стадии разработки нефтяных залежей // Изв. Вузов. Нефть и газ. – Баку: 1972. – №10. – С. 41–46.
- [3] Камбаров Г.С., Алмамедов Д.Г., Махмудова Т.Ю. К определению начального извлекаемого запаса нефтяного месторождения // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку: 1974. – №3. – С. 22–23.
- [4] Хаин В.Е. Основы нефтяной геологии. – М.: Недра, 1982. – 351 с.
- [5] Гомолицкий Б.М., Степанов В.И. Разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 432 с.
- [6] Ахметов Ф.Г. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – Уфа: Гилем, 2005. – 387 с.
- [7] Махмудов Н.А., Саидов А.Н. Применение геолого-гидродинамического моделирования для оценки остаточных запасов // Нефтегазовое дело. – 2019. – №2. – С. 97–102.
- [8] Шевелёв Г.Ф., Жуков А.В. Анализ динамики обводненности и оптимизация системы разработки нефтяных залежей // Нефтегазовое дело. – 2020. – №4. – С. 113–118.
- [9] Справочник по разработке нефтяных и газовых месторождений / Под ред. А.Ф. Башкирова. – М.: Недра, 1990. – 544 с.
- [10] Геолого-гидродинамическое моделирование залежей нефти и газа / Под ред. И.В. Трунова. – М.: ВНИИОЭНГ, 2004. – 288 с.
- [11] Ахмедов А.Ш., Рахимов У.З. Повышение эффективности разработки залежей с высокой обводненностью на поздней стадии эксплуатации // Вестник нефтяной науки и техники. – 2021. – №1(19). – С. 45–51.
- [12] Юлдашев Ш.Х., Исаев А.Р. Анализ технологических решений по увеличению нефтеотдачи пластов на месторождениях Узбекистана // Геология, разведка и разработка. – Ташкент: 2022. – №3. – С. 22–27.