

УДК: 622.276

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО ДОСТРЕЛУ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА НА НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КОКДУМАЛАК

Омонов Сохибназар Панжиевич - докторант (PhD),
ORCID: 0009-0007-4312-8548, E-mail: soxibomon@gmail.com

Агзамов Аваз Хамидиллаевич - доктор технических наук, профессор,
ORCID: 0000-0002-9948-5137, E-mail: agzam@qmii.uz

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Приведены результаты анализа работ по дострелу продуктивных горизонтов. Установлено, что прирост дебита скважин после дострела горизонтов зависит от степени выработанности извлекаемых запасов нефти. Показано, что в поздней стадии разработки нефтегазоконденсатных месторождений образуются зоны с невыработанными нефтенасыщенными интервалами, которые являются объектами для проведения работ по дострелу горизонтов.*

Для повышения эффективности разработки месторождения Кокдумалак применяются различные методы геолого-технических мероприятий. Одним из ключевых направлений является дострел пластов, который позволяет увеличить дебиты углеводородов. В исследованиях использовались систематизация геолого-промысловых данных и статистический анализ результатов работ по дострелу, что обеспечивает объективную оценку их эффективности.

По результатам геофизических исследований установлены значительные различия в положении газонефтяного и водонефтяного контактов, что влияет на нефтенасыщенность продуктивных интервалов. Выявленные изменения подтверждают необходимость продолжения работ по дострелу горизонтов для повышения эффективности извлечения остаточных запасов нефти.

Изменение положения ГНК и ВНК на месторождении Кокдумалак свидетельствует о динамических процессах в залежах на поздней стадии разработки. Нефтенасыщенные интервалы указывают на возможность увеличения нефтеотдачи при проведении работ по дострелу продуктивных горизонтов, что делает данный метод актуальным и эффективным для освоения остаточных запасов.

***Ключевые слова:** месторождение, горизонт, разработки, залежь, стадия, отбор, скважина, дебит, дострел, прирост.*

UDC: 622.276

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF PERFORATION WORKS ON THE PRODUCTIVE LAYER AT THE KOKDUMALAK OIL AND GAS-CONDENSATE FIELD

Omonov, Sokhibnazar Panjievich – Doctoral student (PhD)

Agzamov, Avaz Khamidillaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor

Karshi State Technical University, Karshi city, Uzbekistan

***Abstract.** The results of the analysis of perforation works in productive horizons are presented. It was established that the increase in well production rates after horizon perforation depends on the depletion level of recoverable oil reserves. It is shown that at the late stage of oil and gas-condensate field development, zones with undeveloped oil-saturated intervals are formed, which serve as targets for horizon perforation works.*

Various geological and technical measures are applied to enhance the efficiency of the Kokdumalak field development. One of the key approaches is horizon perforation, which allows for an increase in hydrocarbon production rates. The studies involved systematization of geological and field data and statistical analysis of the results of perforation works, ensuring an objective evaluation of their effectiveness.

Geophysical studies revealed significant differences in the positions of gas-oil and water-oil contacts, affecting the oil saturation of productive intervals. The identified changes confirm the necessity of continuing perforation works in horizons to improve the recovery of residual oil reserves.

Changes in the positions of GOC and WOC at the Kokdumalak field indicate dynamic processes in the reservoirs at the late development stage. The presence of oil-saturated intervals highlights the potential for increasing oil recovery through perforation of productive horizons, making this method relevant and effective for developing residual reserves.

Keywords: field, horizon, development, reservoir, stage, recovery, well, production rate, perforation, increase.

UO‘K: 622.276

KO‘KDUMALOQ NEFT-GAZ-KONDENSAT KONIDA MAHSULDOR QATLAMNI OTISH ISHLARI SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH

Omonov Soxibnazar Panjiyevich – doktorant (PhD)

Agzamov Avaz Xamidillaevich – texnika fanlari doktori, professor

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

***Annotatsiya.** Mahsuldor gorizontlarda perforatsiya ishlarini tahlil qilish natijalari keltirilgan. Gorizontni perforatsiyalashdan keyin quduqlarni qazib olish sur‘atlarining oshishi qazib olinadigan neft zaxiralarining kamayish darajasiga bog‘liqligi aniqlandi. Neft va gaz kondensati konlarini o‘zlashtirishning so‘nggi bosqichida neftga to‘yinmagan intervalli zonalar hosil bo‘lishi ko‘rsatilgan, ular gorizontni perforatsiyalash ishlari uchun mo‘ljallangan obyektlar bo‘lib xizmat qiladi.*

Ko‘kdumaloq konini o‘zlashtirish samaradorligini oshirish maqsadida turli geologik va texnik tadbirlar amalga oshirilmoqda. Asosiy yondashuvlardan biri bu uglevodorodlarni qazib olish darajasini oshirish imkonini beruvchi gorizontni perforatsiya qilishdir. Tadqiqotlarda geologik va dala ma‘lumotlarini tizimlashtirish va perforatsiya ishlari natijalarini statistik tahlil qilish, ularning samaradorligini obyektiv baholashni ta‘minlashdan iborat.

Geofizik tadqiqotlarda gaz-neft va suv-neft kontaktlarining pozitsiyalarida sezilarli farqlar aniqlandi, bu esa mahsuldorlik intervallarining neftga to‘yinganligiga ta‘sir qiladi. Aniqlangan o‘zgarishlar qoldiq neft zaxiralarini qazib olishni yaxshilash uchun gorizontlarda perforatsiya ishlarini davom ettirish zarurligini tasdiqlaydi.

Ko‘kdumaloq konida SNK va GNK holatining o‘zgarishi qazishning so‘nggi bosqichidagi konlarda dinamik jarayonlardan dalolat beradi. Neftga to‘yingan intervallar mahsuldor gorizontlarni otish ishlarini olib borishda neft unumdorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatadi, bu esa qoldiq zaxiralarni o‘zlashtirish uchun ushbu usulni dolzarb va samarali qiladi.

Kalit so‘zlar: kon, gorizont, ishlanma, kon, bosqich, tanlab olish, quduq, debit, otish, o‘shish.

Введение

Геолого-технические мероприятия (ГТМ) являются одним из основных путей повышения эффективности разработки месторождений углеводородов, находящихся в поздней эксплуатации. В настоящее время для обоснования необходимости проведения ГТМ широко применяются цифровое гидродинамическое 3D моделирование разработки нефтяных залежей. При этом вопрос достоверной оценки технологического эффекта, в виде увеличения дебита скважин, становится особенно актуальным.

Однако в условиях обводненного фонда скважин на завершающих стадиях эксплуатации и трещиноватых коллекторах отмечается сложности с корректной адаптацией гидродинамических моделей [1, 2, 3, 4 и др.]. В этих условиях возникает необходимость использования относительно простых, но проверенных практикой подходов оценки эффективности ГТМ. Одним из таких подходов является сравнения дебитов скважин до и после проведения ГТМ. Рассмотрим применение данного подхода для оценки эффективности

работ по дострелу продуктивных горизонтов в скважинах нефтегазоконденсатного месторождения. Кокдумалак, расположенного Бухара-Хивинском регионе.

Методы и материалы

В 1985 году в Бухара-Хивинском регионе было открыто крупное нефтегазоконденсатное месторождение Кокдумалак.

В разрезе рифогейного комплекса верхнеюрских карбонатных отложений, представленных известняками, выделяются горизонты XV-HP, XV-P и XV-PC. Нефтяная залежь приурочена к XV-P и XV-PC горизонтам, газоконденсатная залежь к XV-HP и XV-P горизонтам рифового массива с трещиновато кавернозным поровым коллектором (рис. 1). Часть месторождения Кокдумалак находится на территории Туркменистана (рис. 2).

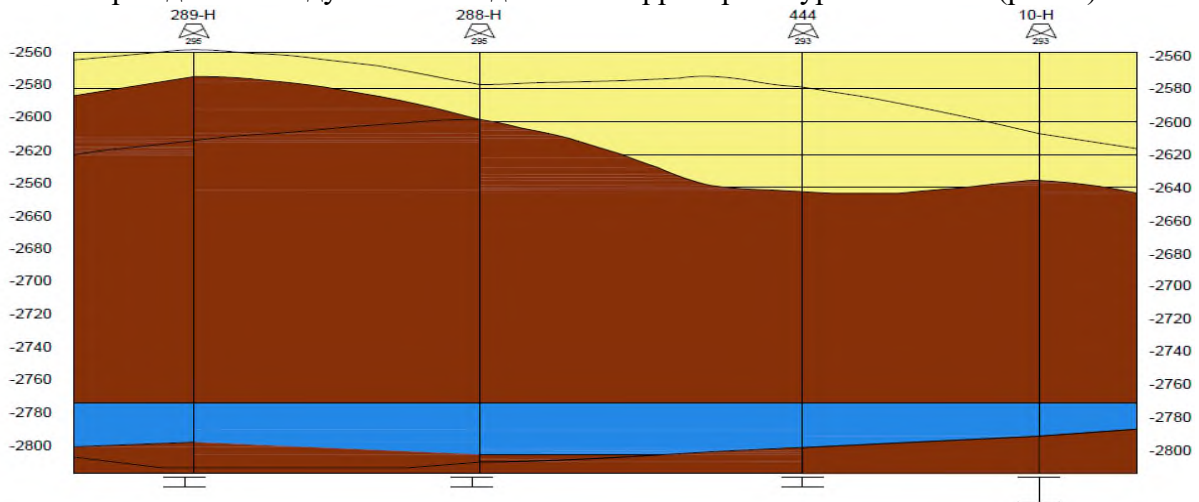


Рис. 1. Месторождение Кокдумалак, Геолого-геофизический профиль по линии скважин №№ 289, 288, 444, 10

Начальное пластовое давление по данным опробования скважин в пределах нефтяной части изменяется от 57,3 до 57,6 МПа, в газоконденсатной части 56,2-57,3 МПа, начальное потенциальное содержание конденсата в пластовом газе 607 г/м³.

Месторождение Кокдумалак было введено в промышленную разработку в годы независимости страны благодаря усилию специалистов отрасли при всесторонней поддержке государства. За короткий срок оно стало основным объектом добычи нефти и газового конденсата.

Впервые в практике разработки месторождений углеводородов Бухара-Хивинского региона был применен в промышленном масштабе одновременный “сайклинг - процесс” с под контактным заводнением (рис. 3), что наряду с другими геолого - техническими мероприятиями обусловило высокие темпы створа флюидов в течении более 15 лет (1993-2008 гг.) (рис. 4).

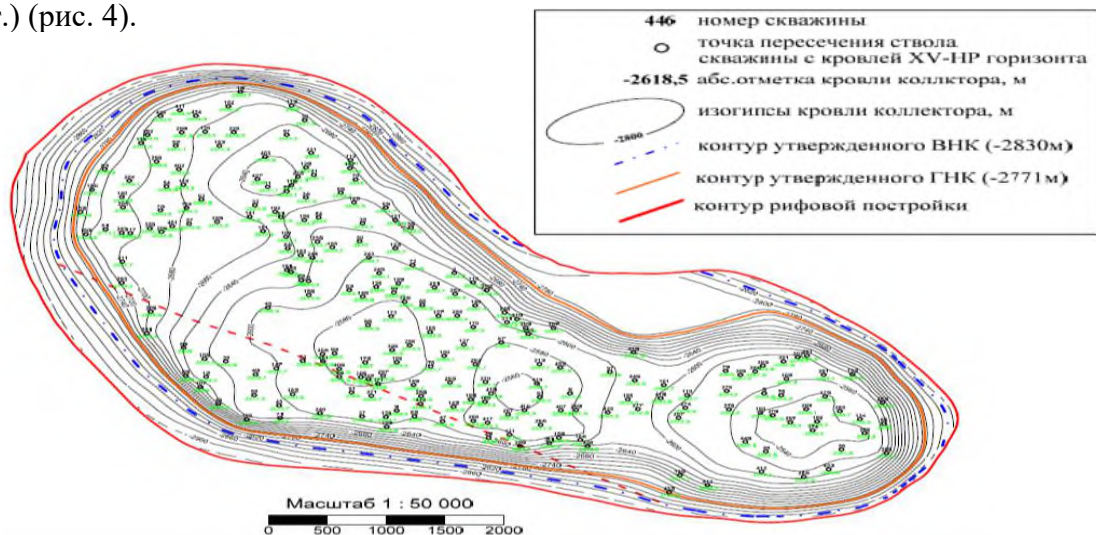


Рис. 2. Структурная карта по кровле карбонатной толщи месторождения Кокдумалак.

По состоянию на 01.01.2018г. общий фонд скважин составляла 266 ед., в том числе: нефтегазодобывающих-99; водонагнетательных-16; в ожидании ликвидации-53: ликвидированных - 94; контрольных - 3; в бурении - 1.

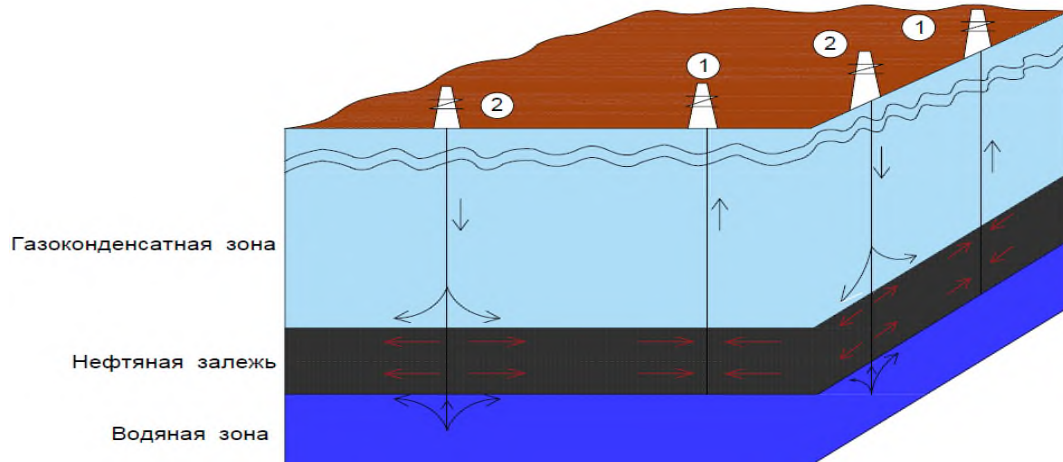


Рис. 3. Принципиальная схема поддержания пластового давления нефтяной залежи месторождения Кокдумалак (закачка воды и газа):

1-добывающая скважина; 2- нагнетательная; —> - направление движения флюидов

В настоящее время месторождение Кокдумалак находится в поздней стадии разработки (рис. 4). Темы отбора нефти от начальных геологических запасов составляет 0,13%, при средней обводненности добываемой продукции 83,7%. Пластовое давление в нефтяной части залежи снизилось до 2,67 МПа. Текущий коэффициент извлечения нефти составляет 54,5% при ее проектной значении 57,3%.

В целях извлечения остаточных запасов нефти на месторождении Кокдумалак проведены широкий комплекс ГТМ, в том числе: дострел пластов (Д); возврат скважин из ликвидационного фонда (ВЛ); изоляция водопритоков с последующей перфорацией пластов (МП); пеногазо-солянокислотные обработки (ПГСКО); промывка призабытой зоны скважин с поверхностно-активными веществами (ППАВ) и нефтецементная изоляция (НМ).

Распределение ГТМ проведенных в период с 2010 г. по 2023 г. показывает, что основная доля этих работ связаны с дострелом пласта - 69,5% (рис. 6). Схема проведения работ по дострелу пластов приведена на (рис. 5).

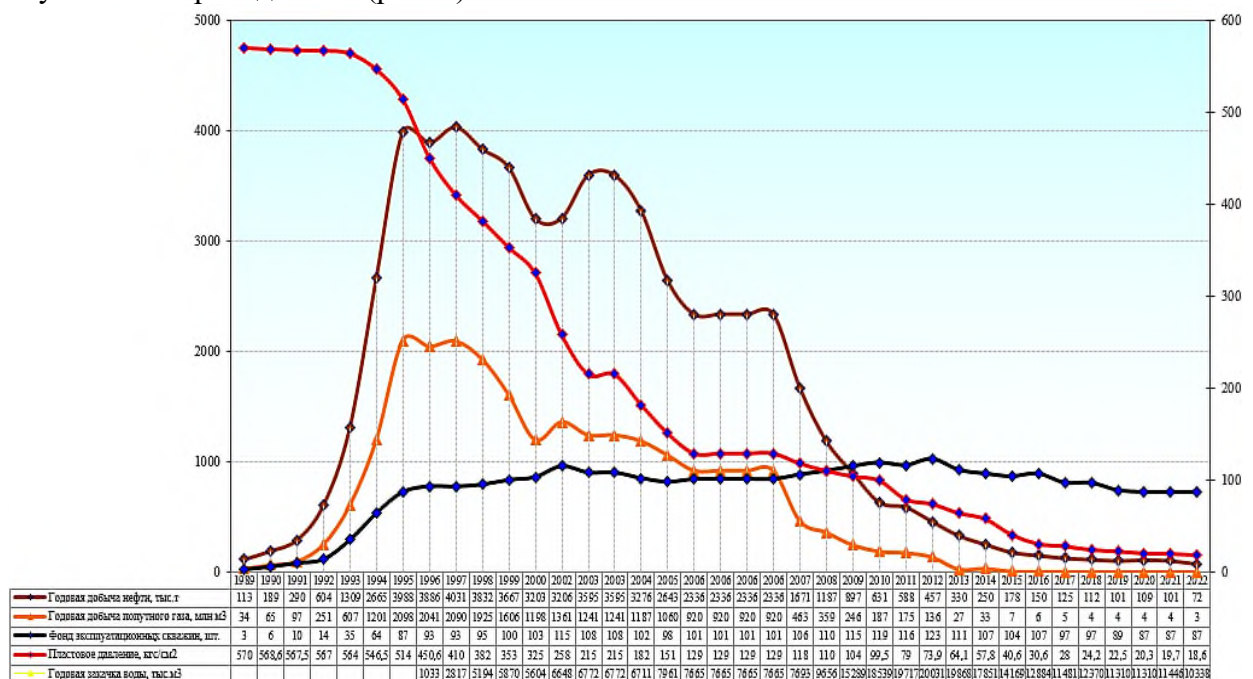


Рис. 4. Динамика основных показателей месторождения Кокдумалак.

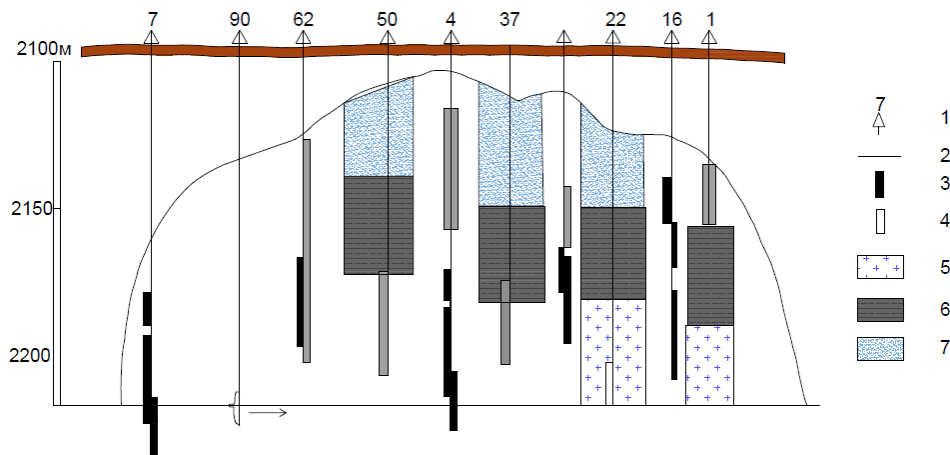


Рис. 5. Схема проведения работ по дострелу пластов

Результаты

Для оценки эффективности работ по дострелу горизонтов в скважинах месторождения Кокдумалак использованы традиционно применяемые на практике нефтедобычи методы систематизации геолого-промысловых материалов, сопоставления дебитов скважин до и после дострела горизонтов.

В табл. 1 приведены результаты систематизации и статистической обработки материалов по дострелу горизонтов, проведенных за период с 2017 по 2022 годы. Анализ результатов работ показывает, что из общего 34 в 33 случаях (97%) была достигнута увеличение дебита углеводородов. Если исключит из числа эффективных количество не рентабельных работ успешность снижается до 22 ед. (64,7%).

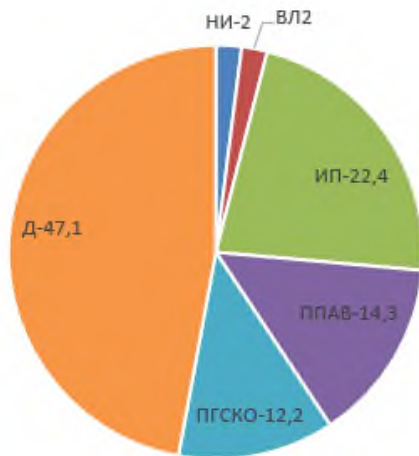


Рис. 6. Распределение ГТМ по видам

Таблица 1

Месторождение Кокдумалак ежегодно с начала разработки 2017-2022 гг.

№	Годы	Скважин	Дата проведения КРС		Вид ремонта	Дебит до ремонта			Дебит после ремонта		
			Начало	Конечно		Нефть	Газ	Конденсат	Нефть	Газ	Конденсат
1	2017	164	19.03.17	29.03.17	Подъем НКТ. Перфорация	0	0		1	50	
2	2017	101	02.05.17	08.05.17	Изоляция и перфорация	0	0		0,5	30	
3	2017	406	12.06.17	14.06.17	Дострел	2			10		
4	2017	413	28.09.17	30.09.17	Дострел	0	0		2	50	
5	2017	419	23.10.17	15.11.17	Изоляция и перфорация				0,3	87,3	1
6	2018	56	20.06.18	21.06.18	Дострел	0,38			0,48		
7	2018	278	22.06.18	22.06.18	Дострел	0,2			0,46		
8	2018	195	23.06.18	24.06.18	Дострел	4			0,6		

9	2018	97	27.06.18	28.06.18	Дострел	1,2			1,4		
10	2018	284	28.06.18	29.06.18	Дострел	0,1			1,25		
11	2019	15	20.08.17	02.03.19	Возврат из ликвидации					51,6	1
12	2019	418	22.05.19	22.05.19	Дострел	2,5	46	0,897	2,59	52	1,015
13	2019	357	23.05.19	23.05.19	Дострел		37,1	0,72		42,2	0,82
14	2019	413	24.05.19	24.05.19	Дострел	0	48	0,94	0	53,6	1,05
15	2019	289	24.05.19	24.05.19	Дострел	0,4	38,3	0,75	0,46	43,5	0,85
16	2019	8	22.10.19	22.10.19	Дострел	3,7	44	0,61	4,3	54,2	0,75
17	2019	101	27.10.19	27.10.19	Дострел	0,1	15,4	0,21	0,13	26,5	0,37
18	2020	289	25.01.20	25.01.20	Дострел		70	0,9		80	1
19	2020	174	20.12.20	21.12.20	Дострел	0,07	107,7		0,57	132,7	
20	2020	443	21.12.20	22.12.20	Дострел	0,13	16,5		0,63	30,1	
21	2020	278	23.12.20	24.12.20	Дострел	1,09	43,1		1,39	52,8	
22	2020	444	23.12.20	24.12.20	Дострел	0,2	66,6		0,6	82,6	
23	2020	282	28.12.20	29.12.20	Дострел	1,64	45,4		1,84	57,4	
24	2021	413	11.01.21	13.01.21	Дострел	0,03	52		0,23	61	
25	2021	448	16.01.21	17.01.21	Дострел				0,17	58	
26	2021	97	09.01.21	11.01.21	Дострел	1,24	47		1,45	60,4	
27	2021	56	29.03.21	29.03.21	Дострел	0,5	42		0,62	52,4	
28	2021	437	22.03.21	22.03.21	Дострел	2,86	54		4,6	65	
29	2021	286	27.03.21	27.03.21	Дострел	0,1	60		0,3	67	
30	2021	288	28.06.21	29.06.21	Дострел	0,15	50		0,22	58	
31	2021	443	28.06.21	28.06.21	Дострел	1,03	58,6		1,53	58,6	
32	2021	101	30.06.21	30.06.21	Дострел	0,7			0,9		

Статистическая обработка среднего прироста дебитов скважин по нефти, газу и конденсату показывает тенденцию ее снижения в процессе разработки. На рис.7 приведена гистограмма прироста среднесуточного дебита скважин по нефти, газу и конденсату после дострела по периодам: 1993-1995 гг.; 2001-2005 гг.; 2006-2010 гг. и 2011-2015 гг. Из него видно, что работы по дострелу горизонтов были наиболее эффективны в начальной стадии разработки 1993-1995 гг. и 2001-2005 гг. В последующие периоды прирост среднего дебита скважин после работ по дострелу горизонтов снижается. Данное снижение среднего прироста дебита по нефты имеет достаточно высокую корреляционную связь с выработанностью извлекаемых запасов (рис. 8).

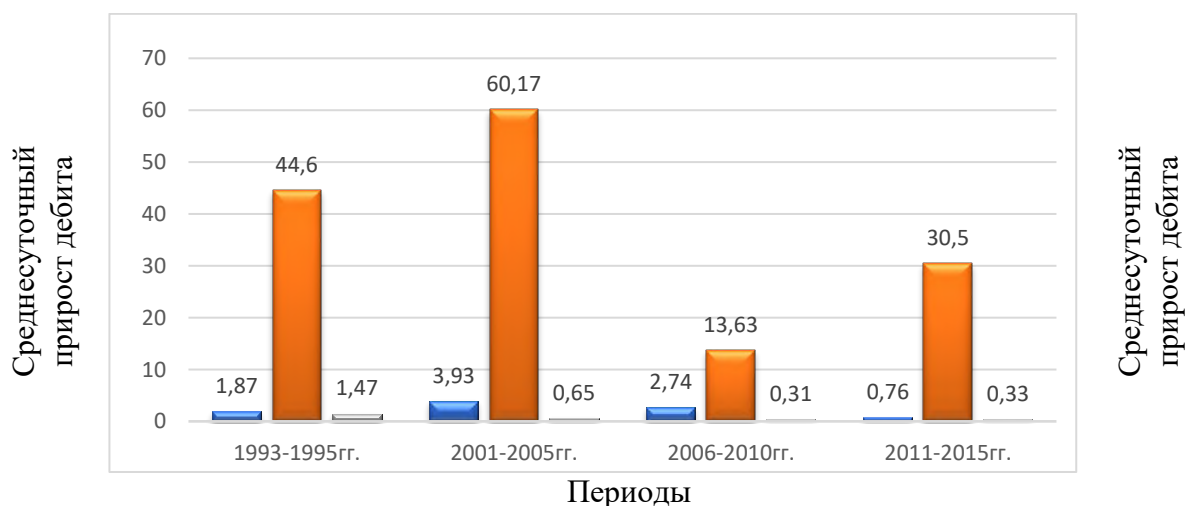


Рис.7. Гистограмма прироста среднесуточного дебита скважин по нефти, газу и конденсату после дострела: ■ - нефть ; ■ - газ; ■ - конденсат

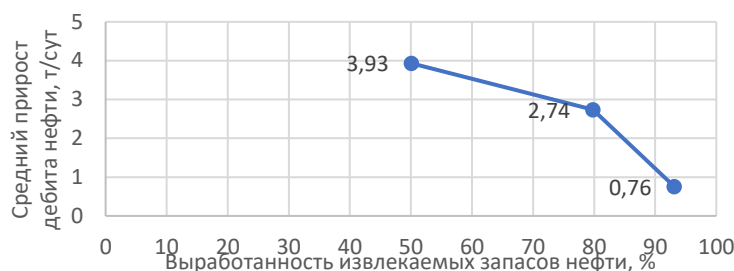


Рис 8. Зависимость среднего прироста дебита нефти от выработанности извлекаемых запасов.

Обсуждение

Данная зависимость хорошо описывается Harris Model с коэффициентом корреляции 0,874 и среднеквадратической ошибкой 1,51%:

$$\Delta q_n = \frac{1}{(a+bB^c)},$$

где a, b, c - коэффициенты зависимости, численно равные соответственно - 1,2009; 0,2076 и 0,4955; Δq_n - средней правой дебита нефти после дострела, B-выработанность, извлекаемых запасов.

Результаты геофизических исследований скважин №№ 413, 416, 424, 426 пробуренных в последние годы показывают, что текущее положения газонефтяного и водонефтяного контактов сильно различаются по площади нефтеносности (рис. 9). Если в зоне расположения скважин №№ 424, 426, отмечается продвижение нефтяной части в начальную газонасыщенную часть.

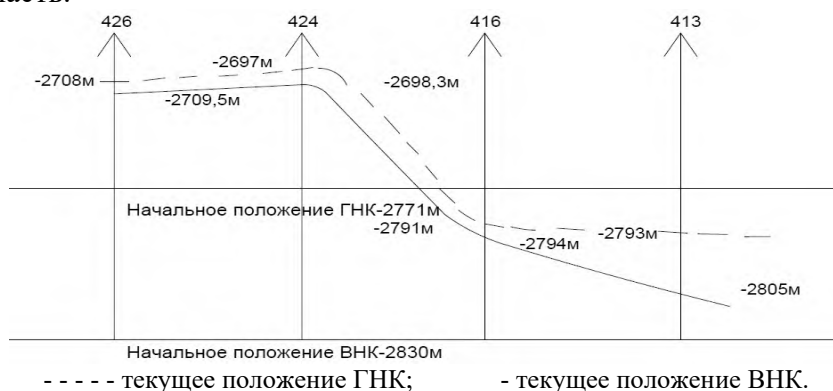


Рис. 9. Схема текущего положения газонефтяного и водонефтяного контактов в разрезах скважин №№ 413, 416, 424, 426.

В зоне расположения же скважин № 413, 416 отмечается, опускание ГНК в начально нефтенасыщенную часть пласта. При этом в разрезах скважин №№ 416, 424, 426 по данным геофизических исследований чисто нефтенасыщенных интервалов практически не осталось. Тогда как в разрезе скважины № 413 несмотря на опускания ГНК и подъем ВНК имеется нефтенасыщенный интервал I пределах относительных отметках – 2793 м и – 2805 м. Данный факт свидетельствует, что на месторождении Кокдумалак работы по проведению дострела продуктивного горизонта необходимо продолжить.

Выводы

Эффективность работ по дострелу продуктивных горизонтов в значительной степени обусловлена степенью выработанности извлекаемых запасов нефти. На нефтегазоконденсатном месторождении Кокдумалак, находящемся в поздней стадии разработки, наблюдаются зоны как с опусканием ГНК, так и с его поднятием относительно начального положения. Наличие нефтенасыщенных интервалов в разрезах скважин указывает на необходимость проведения дополнительных мероприятий по дострелу продуктивных горизонтов для повышения извлекаемости запасов и увеличения коэффициента извлечения углеводородов.

Литература

- [1] Зеленин Д.В., Косяков В.П. Применение многомасштабного метода для решения задач оптимизации системы разработки и адаптации гидродинамической модели // Вестник Тюменского гос. ун-та. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2016. – Т. 2. – №3.- С. 63-72.
- [2] Шипилов А.И., Крутихин Е.В., Кудреватых Н.В., Миков А.И. Новые кислотные составы для селективной обработки карбонатных порово-трещиноватых коллекторов // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2012. -20. –С. 61-68.
- [3] Закиров Р.Х. Применение моделей при разработке месторождений нефти // Нефтяная провинция. 2019. № 1(17). - С. 102-115.
- [4] Подходы к решению задач по повышению эффективности ремонтно-изоляционных работ / И.З.Муллагалин, В.А. Стрижнев, А.Т.Хамитов и др. // Нефтепромысловое дело. –Москва, 2016. -№12.-С.31-37.
- [5] Анализ эффективности применения пропантного гидроразрыва пласта в потенциально трещиноватых глинисто-карбонатных объектах / А.С. Вотинков, Е.С. Макаренко, К.А. Черный, С.В. Галкин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. - № 11(347). – С. 68-72.
- [6] Стрижнев В.А., Вежнин С.А., Мусин О.Т., Нигматуллин Т.Э. Построение технологии по отключению обводненных интервалов продуктивного пласта // Нефтепромысловое дело. –Москва, 2015. №1. С. 8-11.
- [7] Козырев Н.Д., Вишняков А.Ю., Путилов И.С. Оценка влияния параметров неопределенности на прогнозирование показателей разработки // Недропользование. - 2020.Т. 20. - № 4. - С. 356-368.
- [8] Comprehensive Diagnostic and water Shut-off in Open and Caswd Hole Carbonate Horizontal Wells / N. Ahmad, S.Aramco, Y. Al-Shabibi, M.Zeybek, S.Malik // SPE 162287.
- [9] Olarte D.J., Haldar S. New Approach of Water Shut off Techniques in Open Holes and World first Applications of Using Fiber Optic Services with Tension-Compression // SPE 149116/
- [10] Керимов К.С. О результатах исследования состава для изоляции водопритока нефтяных месторождений // Нефтепромысловое дело. –Москва, 2016. -№12. –С. 27-29.
- [11] Земцов Ю.В., Устюгов А.С. Многофакторный анализ эффективности ограничения водопритоков в различных геолого-физических условиях скважины пластов // Нефтепромысловое дело. –Москва, 2016. -№5.-С. 20-26.
- [12] Аветисов А.Г., Кошелев А.Т., Крылов В.И. Ремонтно-изоляционные работы при бурении нефтяных и газовых скважин. –Москва: Недра, 1981. -215 с.
- [13] Земцов Ю.В. Развитие и совершенствование ремонтно-изоляционных работ на месторождениях Западной Сибири. –Санкт-Петербург: Недра, 2014. -320 с.
- [14] Лыткин А.Э., Земцов Ю.В. Эффективность методов в Западной Сибири, перспективы дальнейшего развития // Нефть. Газ . Новации. –Москва, 2014; С. 17-25.
- [15] Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р. Инновационные решения для обеспечения проектного уровня добычи газа // Нефтепромысловое дело. –Москва, 2016. -№10. –С. 20-27.
- [16] Гасумов Р.А. Минликаев В.З. Повышение и восстановления производительности газовых и газоконденсатных скважин: монография. М: ООО «Газпромэкспо», 2010-478 с.
- [17] Гасумов Р.А. Перейма А.А. Мазанов С.В. Реализация инновационных решений повышения производительности скважин на месторождениях Западной Сибири применением эффективных технологий ремонтных работ // Приоритетные направления развития Уренгойского комплекса: сб. науч. тр./ ООО «Газпром добыча Уренгой». – М.:Недра, 2013.-С. 18-29.
- [18] Kaufmann D., Quigley J.M. The Consumption Benefits of Investment infrastructure // J. of Development Economics. -1987. –Vol. 25. –P. 263-284.
- [19] Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р. Геолого-технические мероприятия как основа обеспечения надёжности фонда скважин // Газовая пром-сть. -2012. -№7. –С. 29-33.
- [20] Турдиев Ш.Ш. Установление причин и механизма обводнения продукции скважин в нефтяных залежах массивного типа / Автореферат дис.докт.фил. (PhD) по техн.наукам.- Ташкент: АО «УзЛИТИнефтьгаз», 2021. -43 с.