

УДК 622.275/276; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-2.15>

<https://orcid.org/0000-0003-1588-3144>

<https://orcid.org/0000-0002-5615-2711>

<https://orcid.org/0000-0002-4258-7933>

<https://orcid.org/0000-0003-1721-119X>

<https://orcid.org/0000-0003-3807-2774>

<https://orcid.org/0000-0003-1248-8747>

КОМПЛЕКС ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И ПЛАСТОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ



Р.У. БАЯМИРОВА,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
ryskol.bayamirova@yu.edu.kz



А.Р. ТОГАШЕВА,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
aliya.togasheva@yu.edu.kz



А.Т. ЖОЛБАСАРОВА,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz



М.Д. САРБОПЕЕВА,
доктор Phd,
ассоц. профессор,
manshuk.sarbopiyeva@yu.edu.kz



М.Т. ТАБЫЛГАНОВ,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
taxat.tabylganov@yu.edu.kz



Д.С. САДУАКАСОВ,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
danabek.saduakassov@yu.edu.kz

КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖИНИРИНГА ИМ.Ш. ЕСЕНОВА,
Республика Казахстан, 130000 г. Актау, 32 мкр.

Эффективность контроля за процессом разработки зависит от наличия полной и качественной информации о гидродинамических параметрах продуктивных пластов, емкостно-фильтрационных свойствах пластов-коллекторов, техническом состоянии скважин и т.д.

Цель исследований нефти, нефтяного газа и пластовой воды состоит в получении исчерпывающих данных об их свойствах и составе, которые в пределах продуктивных горизонтов месторождений, как правило, непостоянны.

Игнорирование неоднородности свойств нефти по площади залежи и отсутствие контроля за изменением физико-химических свойств в процессе эксплуатации месторождения могут привести к серьезным ошибкам при прогнозировании параметров разработки месторождения.

Одним из важнейших источников информации являются гидродинамические (промысловые) исследования пластов и скважин. Преимущество гидродинамических методов повышения нефтеотдачи пластов состоит в том, что они относительно просты в реализации и не требуют больших экономических затрат. На месторождении Узень оценка начальных продуктивных и фильтрационных характеристик пластов осуществлялась на основе исследований установившейся фильтрации (МУО), выполненных при опробовании нефтенасыщенных интервалов пласта в период разведки и на начальной стадии промышленной разработки месторождения при работе залежи на естественном режиме истощения. В статье приводятся результаты исследования методом установившихся отборов (МУО), исследования методом восстановления давления (КВД).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: исследование, скважина, пласт, горизонт, метод установившихся отборов, кривая восстановления давления, нефтеотдача.

ӨЗЕН КЕН ОРНЫНДАҒЫ ҰҒҒЫМАЛАР МЕН ҚАБАТТАРДЫ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ КЕШЕНІ

Р.У. БАЯМИРОВА, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
ryskol.bayamirova@yu.edu.kz

А.Р. ТОГАСHEBA, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
aliya.togasheva@yu.edu.kz

А.Т. ЖОЛБАСАРОВА, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz

М.Д. САРБОПЕЕВА, Phd докторы, қауымдастырылған профессор,
manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz

М.Т. ТАБЫЛҒАНОВ, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
mahat.tabylganov@yu.edu.kz

Д.С. САДУАҚАСОВ, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
danabek.saduakassov@yu.edu.kz

Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қаласы, 32 мкр

Игеру процесін бақылаудың тиімділігі өнімді қабаттардың гидродинамикалық параметрлері, қабаттардың-коллекторлардың сыйымдылық-сүзу қасиеттері, ұңғымалардың техникалық жағдайы және т. б. туралы толық және сапалы ақпараттың болуына байланысты.

Мұнай, мұнай газы және қабат суын зерттеудің мақсаты- кен орындарының өнімді горизонттарында тұрақсыз болатын олардың қасиеттері мен құрамы туралы толық мәліметтер алу.

Кен орнының ауданы бойынша мұнай қасиеттерінің біртексіздігін елемеу және кен орнын пайдалану процесінде физика-химиялық қасиеттердің өзгеруін бақылаудың болмауы кен орнын игеру параметрлерін болжау кезінде елеулі қателіктерге әкелуі мүмкін.

Ақпараттың маңызды көздерінің бірі-қабаттар мен ұңғымаларды гидродинамикалық (кәсіпшілік) зерттеу. Мұнай өндіруді арттырудың гидродинамикалық әдістерінің артықшылығы-оларды жүзеге асыру салыстырмалы түрде оңай және үлкен экономикалық шығындарды қажет етпейді. Өзен кен орнында қабаттардың бастапқы өнімді және сұзу сипаттамаларын бағалау барлау кезеңінде қабаттың мұнайға қаныққан интервалдарын сынау кезінде және табиғи сарқылу режимінде кен орны жұмыс істеген кезде кен орнын өнеркәсіптік игерудің бастапқы сатысында орындалған тұрақты сұзу зерттеулерінің (ТАӨ) негізінде жүзеге асырылды. Мақалада тұрақты алу әдісімен (ТАӨ), қысымды қалпына келтіру әдісімен (ҚҚӨ) зерттеу нәтижелері келтірілген.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: зерттеу, ұңғыма, қабат, горизонт, тұрақты алу әдісі, қысымды қалпына келтіру қисығы, мұнай бергіштік.

COMPLEX OF HYDRODYNAMIC STUDIES OF WELLS AND FORMATIONS AT THE UZEN FIELD

R.Y. BAYAMIROVA, Ph. Sci, Associate Professor, ryskol.bayamirova@yu.edu.kz

A.R. TOGASHEVA, Ph. Sci, Associate Professor, aliya.togasheva@yu.edu.kz

A.T. ZHOLBASAROVA, Ph. Sci, Associate Professor, akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz

M. SARBOPEYEVA, Ph. Sci, Associate Professor, manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz

M.T. TABYLGANOV, Ph. Sci, Associate Professor, maxat.tabylganov@yu.edu.kz

D.S. SADUAKASOV, Ph. Sci, Associate Professor, danabek.saduakassov@yu.edu.kz

CASPIAN STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND ENGINEERING
NAMED AFTER S. YESSENOV,
32 md Aktau, 130000, Republic Kazakhstan

The effectiveness of monitoring the development process depends on the availability of complete and high-quality information about the hydrodynamic parameters of productive formations, reservoir reservoir properties, technical condition of wells, etc.

The purpose of oil, petroleum gas and reservoir water research is to obtain comprehensive data on their properties and composition, which are within the productive horizons of deposits, as a rule, are fickle.

Ignoring the heterogeneity of oil properties over the area of the deposit and the lack of control over changes in physico-chemical properties during the operation of the field can lead to serious errors in predicting the parameters of field development.

One of the most important sources of information is hydrodynamic (field) studies of formations and wells. The advantage of hydrodynamic methods for increasing oil recovery is that they are relatively easy to implement and do not require large economic costs. At the Uzen field, the assessment of the initial productive and filtration characteristics of the formations was carried out on the basis of studies of steady-state filtration (MSS) performed during testing of oil-saturated reservoir intervals during exploration and at the initial stage of industrial development of the field when the deposit was operating under natural depletion mode. The article presents the results of a study by the method of steady-state selections (MSS), a study by the method of pressure recovery (PRC).

KEYWORDS: exploration, well, formation, horizon, steady state sampling method, pressure recovery curve, oil recovery.

Введение. Для использования любого метода повышения нефтеотдачи необходимо предварительно изучить геологические характеристики слагающих пород и насыщающих флюидов, которые при реализации этих методов взаимодействуют с закачиваемыми в пласт флюидами, а это может сопровождаться неблагоприятными последствиями.

Например, если в пласте присутствуют глины, то закачка в породы пресной воды, щелочи или других веществ приводит к набуханию глин и потере закачиваемых жидкостей. Что впоследствии делает задачу увеличения нефтеотдачи нереализуемой. Если в пласте присутствуют высокоминерализованные рассолы, то при их взаимодействии с закачиваемыми флюидами возможно выпадение твердых кристаллов с закупоркой пор пласта.

Также для применения методов повышения нефтеотдачи необходимо выявить природу возникновения остаточных запасов нефти в пласте после первоначальной эксплуатации нефтяных залежей [1,2].

Впервые гипотеза об эффективности нестационарного заводнения была сформулирована в конце 50-х годов XX века [3]. Этот метод применялся на многих различных нефтяных месторождениях, где дал хорошие результаты и впоследствии быстро распространился по всему миру. Суть метода циклического воздействия заключается в том, что в пластах, имеющих неоднородность по размерам пор, проницаемости пластов, пропластков, зон и разрезов, а также их неравномерность нефтенасыщенности, обусловленную этими видами неоднородности, искусственно создается нестационарное давление [4].

Это достигается за счет периодического изменения режима работы пласта путем остановки и возобновления закачки и отбора воды, за счет чего более полно используются капиллярные и гидродинамические силы. Это способствует проникновению воды в ранее незатронутые участки пласта [5].

Циклическое воздействие на пласты способствует преодолению прерывистого характера проявления капиллярных сил, выравниванию насыщения, т.е. увеличению охвата заводнением неоднородных пластов. Изменение направления потоков жидкости между скважинами усиливает этот процесс увеличения охвата заводнения [6,7].

Поскольку при практической реализации циклического заводнения часто не удается одновременно остановить закачку или добычу во всех скважинах, необходимо менять направления потоков. Циклическое (нестационарное) заводнение является одним из наиболее эффективных гидродинамических методов повышения нефтеотдачи и добычи нефти. снижение удельного расхода воды на добычу нефти.

Современные методы повышения нефтеотдачи пластов получили широкое промышленное применение и апробацию. По обобщенным данным, потенциальные возможности повышения нефтеотдачи различными методами следующие: термические методы – 15-30%, газовые – 5-15%, химические – 25-35%, физические – 9-12%, гидродинамические – 7-15%.

Преимущество гидродинамических методов повышения нефтеотдачи пластов состоит в том, что они относительно просты в реализации и не требуют больших экономических затрат. Наиболее освоенным и часто используемым из всех гидродинамических методов является принудительная экстракция жидкости. Но производственные затраты, связанные с добычей нефти и газа, постоянно растут, в то же

время цены на нефть падают, что приводит к тому, что экономическая привлекательность методов увеличения нефтеотдачи пластов снижается. В то же время при использовании современных методов увеличения извлекаемых запасов продуктивных пластов коэффициент извлечения нефти составляет в среднем 30-70 % [8], из них 20-25 % – первичными методами разработки (с использованием энергии пласта). потенциальных), а 25-35% – вторичными методами (заводнением и закачкой газа для поддержания энергии пласта). Так, методы повышения нефтеотдачи нефти увеличивают извлекаемые мировые запасы нефти в 1,5 раза, это до 65 млрд тонн [9].

Материалы и методы исследований. Оценка начальных продуктивных и фильтрационных характеристик пластов осуществлялась на основе исследований установившейся фильтрации (МУО), выполненных при опробовании нефтенасыщенных интервалов пласта в период разведки и на начальной стадии промышленной разработки месторождения при работе залежи на естественном режиме истощения. В период разведочных работ в большинстве случаев были исследованы продуктивные интервалы с фонтанным притоком нефти в процессе работы скважин на 1 – 4-х режимах с диаметром штуцера (шайбы) от 3 до 24 мм и продолжительностью работы на режиме от одних суток – до, более чем, тридцати суток. При отсутствии фонтанного притока на каждом режиме отбивались динамические уровни с последующим пересчетом забойного давления на серединную отметку интервала перфорации (исследования). По окончании исследования МУО скважину обычно останавливали для регистрации кривой восстановления давления на забое с целью определения начального пластового давления и оценки фильтрационных параметров пласта. В нефонтанирующих скважинах прослеживалась кривая восстановления уровня с преобразованием в дальнейшем в кривую восстановления давления.

В результате интерпретации индикаторных диаграмм для каждого исследованного интервала пласта определена его средняя продуктивность, а также продуктивность, приходящаяся на один метр эффективной толщины, получены средние коэффициенты гидропроводности, проницаемости, пьезопроводности. На основе параметров по скважинам оценены соответствующие средние начальные характеристики по горизонтам. Анализ результатов обработок индикаторных диаграмм показал наиболее высокую начальную продуктивность одного метра эффективной толщины пластов 17 и 18 горизонтов, составляющую соответственно 3,18 м³/сут/МПа/м и 3,6 м³/сут/МПа, а также самые высокие значения проницаемости коллекторов данных горизонтов, равные в среднем мкм² 0,514 и 0,179 мкм², наблюдается улучшение продуктивных и фильтрационных показателей с глубиной от 14 к 18 горизонту. По данным 22 исследований для 13 горизонта получены более высокие фильтрационные параметры относительно 14 и 15 горизонтов. Зная высокую неоднородность пластов 13 горизонта (сочетание зон с низкими коллекторскими свойствами и зон распространения высокопроницаемых коллекторов большой эффективной мощности и значительной протяженности), можно предположить, что на данном этапе доминирует количество исследований высокопроницаемых интервалов пласта 13 горизонта. большой эффективной мощности и значительной протяженности), можно предположить, что на данном этапе доминирует количество исследований высокопроницаемых интервалов пласта 13 горизонта.

В начальный период разработки на Хумурунском куполе наблюдается улучшение продуктивных и фильтрационных показателей с глубиной от 21 к 23 горизонту. Так удельная продуктивность по нефти увеличивается от 0,93 м³/сут/МПа/м (21 гор) до 1,51 м³/сут/МПа/м (23 гор), проницаемость пластов возрастает от 0,0562 мкм² (21 гор) до 0,1114 мкм² (23 гор), пьезопроводность – от 0,000046 м²/с (21 гор) до 0,000075 м²/с (23 гор). Пласты Северо-Западного купола по сравнению с Хумурунским отличаются несколько ухудшенными продуктивными и фильтрационными свойствами. К примеру, для 21 горизонта, прослеживаемого на обоих куполах, начальная продуктивность 1 метра эффективной толщины пласта в пределах Северо-западного купола в 1,4 раза ниже, соответствующего показателя в районе Хумурунского поднятия, проницаемость – в 1,6 раз ниже, пьезопроводность – в 1,3 раза. На Парсумурунском куполе по пластовым характеристикам заметно выделяется 22 горизонт: такие показатели, как удельная продуктивность, проницаемость пластов, гидропроводность и пьезопроводность превышают соответствующие максимальные параметры Хумурунского купола (23 горизонт) в 1,3-1,5 раз. Значения проницаемости пластов 20а горизонта Северо-Западного купола, а также 19, 21 и 24 горизонтов Парсумурунского купола, определенные по результатам ГИС, не принимались во внимание во избежание ошибок при сопоставлении. Оценка средних по горизонтам текущих продуктивных и фильтрационных характеристик пластов проведена по результатам гидродинамических исследований, выполненных в добывающих (фонтанных, механизированных: с ШГН, ЭЦН) и нагнетательных скважинах за период 2017-2021 гг. Для оценки использовались как результаты исследований установившейся фильтрации (метод установившихся отборов с замером режимных забойных давлений или отбивкой динамических уровней, метод установившихся режимов закачки), так и данные исследований неустановившейся фильтрации (метод восстановления давления с регистрацией кривой восстановления давления на забое (КВД), метод восстановления уровня с фиксированием кривой восстановления уровня (КВУ), метод падения давления с прослеживанием кривой падения давления (КПД)).

По 13 – 24 горизонтам месторождения Узень за 2017-2021 гг. проведено 5638 сложных гидродинамических исследования (ГДИ) (таблица 1).

Из них 2121 исследований в скважинах добывающего (механизированного) и 3517 исследований в скважинах нагнетательного фонда. Методом восстановления уровня (запись кривой восстановления уровня - КВУ) было проведено 1900 исследований, методом падения давления (запись кривой падения давления на забое (КПД) и на устье (УКПД)) – 3021 исследований, методом установившихся отборов (МУО) – 221 исследований, и методом установившихся закачек (МУЗ) – 496 исследований.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что большая часть исследований проводилась в нагнетательном фонде.

По данным исследования добывающих скважин методом восстановления давления (уровня) и нагнетательных скважин методом падения давления для каждого исследования строился график КВД (КВУ), КПД в логарифмических координатах. В соответствии с характером поведения кривой производной давления, учитывая геолого-физическую характеристику пластов, выбиралась соответствующая модель

Таблица 1 – Выполнение сложных гидродинамических исследований скважины за анализируемый период

Купол	Горизонт	Кол-во исследований, ед					
		КВУ	МУО	УКПД	КПД	МУЗ	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Основной свод	13	674	55	1092	184	205	2210
	14	582	85	687	156	151	1661
	15	224	33	259	51	61	628
	16	113	9	131	28	23	304
	17	56	5	90	29	16	196
	18	48	6	64	27	11	156
Хумурун	18	3	2	4			9
	19	1					1
	21	27	3	30	7	5	72
	22	17	3	11	3	2	36
	23	16	1	14	3		34
Северо-запад	15	8		13	5	5	31
	18	2					2
	19	6	2	8	1		17
	20	18	4	15	3	3	43
	21	21	3	21	4	1	50
Парсумурун	15	15	2	17	3	3	40
	17	3	2				5
	18	5					5
	19	2				1	3
	20	12		22	5	5	44
	21	16	3	24		2	45
	22	14	1				15
	24	7	1	6	1		15
Восточный Парсумурун	25	4					4
	20	4	1	2	1	2	10
	22	1					1
	24	1					1
Итого		1900	221	2510	511	496	5638

притока флюида к скважине, включая геометрию пласта и границ, определялись емкостно-фильтрационные свойства пласта. С целью проверки достоверности выбранного режима течения, а также значений расчетных параметров получены следующие зависимости: график КВД в декартовых координатах; график в координатах Хорнера, отражающий характер течения в пласте; график притока (индикаторная кривая). В каждом случае степень достоверности полученных данных оценивалась сходимостью, фактической и смоделированной кривых. Согласно проведенному анализу наиболее часто встречающейся моделью является модель неограниченного радиального гомогенного пласта с радиальным притоком флюида к забою скважины. В более редких случаях фиксируются: модель радиально-композитного пласта с увеличением подвижности флюида на небольшом удалении от скважины относительно подвижности в прискважинной зоне. Наблюдается также характерное для скважин данного месторождения сферическое течение в околоствольной зоне, что означает либо неполноту вскрытия продуктивного пласта, либо возможный подпор пластовой воды. Интерпретация исследований нагнетательных скважин показывает наличие (более чем в 50% случаях) модели вертикальной трещины, ограниченной

или неограниченной проводимости, что объясняется чрезмерно высоким давлением закачки, сопоставимым с давлением гидроразрыва при незначительной проницаемости коллектора.

Согласно полученных результатов, сравнительно более высокими продуктивными возможностями отличаются скважины дренирующие пласты 13, 15, 17 горизонтов Основного свода, 15, 19 горизонтов Северо-западного купола, 17, 22, горизонтов Парсумурунского купола, 20, 22, 24 горизонтов Восточно-Парсумурунского купола, средняя удельная продуктивность которых варьируется в диапазоне от 0,702 м³/сут/МПа/м до 5,6 м³/сут/МПа/м.

Средневзвешенный по эффективной толщине исследуемых интервалов пласта коэффициент проницаемости по разрабатываемым горизонтам находится в диапазоне от 0,001 мкм² (25 горизонт Парсумурунского купола, определен по исследованию в 1 скважине) до 0,0867 мкм² (24 горизонт Восточно-Парсумурунского купола, определен по исследованию в 1 скважине) и в среднем по объектам составляет 0,018 мкм². Минимум коэффициента гидропроводности приходится на 25 горизонт Парсумурунского купола (0,09 мкм² * м/МПа*с), максимум – на 18 горизонте Хумурунского купола (0,755 мкм² * м/МПа*с) и в среднем составляет 0,225 мкм² * м/МПа*с. Наиболее высокая скорость перераспределения давления в пласте фиксируется на 17 горизонте Основного свода, 18 горизонте Хумурунского купола, 15, 20 горизонтах Северо-западного купола, 15, 22 горизонтах Парсумурунского купола, 24 горизонте Восточно - Парсумурунского купола при значениях – 6,6*10⁻⁶ м²/с; 9,5*10⁻⁶ м²/с; 6,7*10⁻⁶ м²/с; 5,4*10⁻⁶ м²/с; 13,9*10⁻⁶ м²/с; 5,1*10⁻⁶ м²/с; 5,4*10⁻⁶ м²/с соответственно. Среднее значение составляет 3,3*10⁻⁶ м²/с. Изменение фильтрационных характеристик эксплуатационных объектов связано с увеличением охвата скважин исследованиями.

При сравнении текущих продуктивных и фильтрационных характеристик пластов с начальными параметрами выявлено их снижение на всех эксплуатационных объектах. Так максимальное (в 6,4 раза) снижение удельной продуктивности отмечается на 18 горизонте Основного свода, минимальное (в 1,8 раза) на 21 горизонте Хумурунского купола. Степень снижения коэффициента гидропроводности в среднем по горизонтам изменяется от 0,8 раза (20 горизонт Парсумурунского купола) до 12,5 раз (23 горизонт Хумурунского купола). Текущая проницаемость пластов снизилась от 57% (20 горизонт Парсумурунского купола) до 97% (22 и 23 горизонты Хумурунского купола). Наблюдаемое снижение продуктивной и фильтрационной характеристики месторождения обусловлено процессом естественного истощения пластов за более чем 50-летний период эксплуатации месторождения

Результаты и обсуждение. Рекомендуется предусматривать надежный контроль за изменением технологических параметров работы скважин и промысловых характеристик пластовой системы в течении всего времени реализации проектного документа. В связи с этим приводится минимально необходимый объем исследовательских работ:

1. Изучение режима работы продуктивной толщи по данным длительной эксплуатации скважин.

Важнейшим критерием рациональности разработки залежи является расход естественной пластовой энергии на единицу добычи нефти, который контролируется

ется следующими характеристиками: снижение пластового давления на единицу добычи нефти, изменение профиля притока нефти.

В соответствии с этим необходимо организовать контроль за изменением забойного давления, пластового давления, температуры при длительной работе скважин при постоянном режиме; на каждом установившемся режиме проводить исследование притока дебитометром [10-14].

2. Изучение дебитной характеристики скважин. Определить характер устойчивости дебитов скважин при различных режимах работы. Контроль за выносом механических примесей для оценки устойчивости коллекторов. Для оценки текущей продуктивности скважин в конце каждого периода длительной эксплуатации на одном режиме проводится гидродинамическое исследование скважин методом установившихся отборов (прослеживание уровня). Таким образом, будет возможность сравнения длительных и кратковременных режимных характеристик продуктивной толщи.

Исследование методом установившихся отборов (МУО)

При исследовании работы скважин на трех режимах необходимо измерить ее дебиты и забойное давление (динамический уровень), а также измерить пластовое давление в остановленной скважине.

Исследование МУО в период промышленной эксплуатации должны проводиться как разовые по всем новым скважинам перед вводом в эксплуатацию, а также по переходящим скважинам – при изменении режима работы (перед и после проведения ГТМ и оптимизации режима работы скважины) [15-21]. Во время замера дебита на каждом режиме определяется газовый фактор, и отбираются поверхностные пробы жидкости для последующего анализа а обводненность и содержание механических примесей. На основании данных исследования строятся индикаторная диаграмма (зависимость дебит – депрессия на забое).

Исследование методом восстановления давления (КВД)

Метод восстановления давления (КВД) также используется для изучения гидродинамических характеристик скважин и фильтрационных свойств в районе этих скважин.

В процессе исследования методом восстановления давления регистрируется забойное давление добывающей скважины при ее эксплуатации на установившемся режиме (с постоянным дебитом жидкости) и изменение забойного давления после остановки скважины. До остановки скважины на исследовании КВД необходимым условием является работа скважины в течение продолжительного времени на установившемся режиме. Наиболее точные результаты исследования обеспечивает непосредственная регистрация давлений на забоях скважин при помощи глубинных манометров [22-27]. При исследовании добывающих скважин, имеющих избыточное буферное и затрубное давление, одновременно с регистрацией КВД на забое регистрируется изменение буферного и затрубного давления. Эта информация используется при обработке КВД с учетом дополнительного притока жидкости. Перед остановкой скважин должны быть определены с возможно большей точностью дебит скважины и обводненность ее продукции.

Заключение и выводы. Метод установившихся отборов позволяет определить коэффициент продуктивности добывающей скважины, а также оценить значение комплексного параметра – гидропроводности пласта.

Исследования скважин методом восстановления давления в период промышленной эксплуатации должны проводиться в виде разовых исследований по всем новым скважинам, по переходящим скважинам – при изменении режима работы (перед и после проведения ГТМ и оптимизации режима работы скважины).

Периодичность замера пластового давления два раза в год, забойного давления – раз в квартал. Замеры давлений должны производиться в каждой действующей скважине. В таблице 2 и на рисунке 1 представлена динамика объема выполненных гидродинамических исследований по месторождению Узень. 🌐

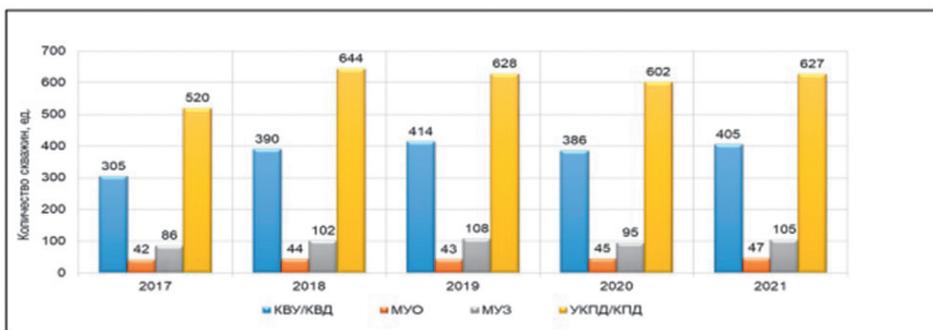


Рисунок 1 – Динамика объема выполненных сложных ГДИС

Таблица 2 – Объем выполненных гидродинамических исследований по месторождению Узень

№	Вид исследования	Периодичность по проекту разработки	Единица измерения	Фактическое выполнение				
				2017	2018	2019	2020	2021
Добывающие скважины								
1	Определение $H_{дин}$	В скв. опорной сети – не реже 1 раза в полгода	Замеры	2179	2336	2561	2931	2836
		В процессе исследований МУО	Кол-во скв.	1827	1947	2561	2930	2836
2	Замер дебита	По действующему фонду – ежедневно По действующему фонду – ежедневно		Замерялись по всему действующему фонду				
3	Замер обводненности	С периодичностью 4 раза в месяц и по мере необходимости		Замерялись по всему действующему фонду с периодичностью не менее 4 раза в месяц				
4	Снятие динамограмм	Ежемесячно и при необходимости		Выполняется по всему действующему фонду, а также после проведения ГТМ и смены насоса				
Нагнетательные скважины								
5	Замер приемистости скважин	По действующему фонду – ежемесячно и по мере необходимости	Замеры	По всему действующему фонду с заложенной проектом периодичностью				
Отбивка забоя в нагнетательных и добывающих скважинах								
6	Отбивка забоя при ПРС	После каждого ПРС		Выполняется по всему действующему фонду при ПРС				
Другие виды исследований								
7	Замер газового фактора	По каждой скважине - 1 раз в год	Замеры	656	1372	1935	1516	1727

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Surguchev, M.L. and Gorbunov A.T. Residual oil recovery methods// M. Nedra. -1991. – S. 347.
- 2 Sudad H Al-Obaidi, Guliaeva NI. Determination of Flow and Volumetric Properties of Core Samples Using Laboratory NMR Relaxometry // Journal of Petroleum Engineering & Technology. - 2002. - Volume 1, Issue 2. <https://doi.org/10.31224/osf.io/t46wj>
- 3 Akulshin, A.I. Operation of oil and gas wells // M., Nedra. – 1989. - S. 480.
- 4 Al-Obaidi, Sudad H. Modified Use of Microbial Technology as an Effective Enhanced Oil Recovery // OSF Preprints, Journal of Petroleum Engineering and Emerging Technology. – 2004. - Volume 4. - Issue 2. - pp. 41-44. doi:10.31219/osf.io/xgthz
- 5 Cheremisin N.A. and et al. Conditions for the formation of residual oil saturation in polymictic reservoirs during flooding // Oil industry. - No. 9. – 1997. - S. 40–45
- 6 Sudad H Al-Obaidi. Submersible Screw Pumps in Oil Industry // Journal of Petroleum Engineering and Emerging Technology. – 1999. - Volume 3. - Issue 7. - pp. 10-13. <https://doi.org/10.31224/osf.io/zqu3c>
- 7 Ovnatanov S.T. and Karapetov K.A. Forced liquid extraction // M., Nedra. – 1967. - S.131.
- 8 Sudad H Al-Obaidi, Ap Galkin. Dependences of Reservoir Oil Properties on Surface Oil // OSF Preprints. - 2005. doi:10.31219/osf.io/789wp
- 9 Muslimov R.H. Modern methods of enhanced oil recovery // The design, optimization and performance evaluation, Kazan, AN RT. - 2005
- 10 Bissengaliev M., Bayamirova R., Togasheva A., Zholbasarova A., Zaydemova Zh. Analysis of complications associated with the paraffinization of borehole equipment and measures to prevent them // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2022. – № 3(453). – С. 76-88. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.181>.
- 11 Бисенгалиев М.Д., Баямирова Р.У., Жолбасарова А.Т., Тогашева А.Р., Сарбопеева М.Д. Мероприятия по улучшению эффективности гидравлического разрыва пласта и скин-ГРП // Нефть и газ. – 2023. – №1. – 2023. – С. 81-93. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.07> [Bisengaliev M.D., Bayamirova R.U., Zholbasarova A.T., Togasheva A.R., Sarbopееva M.D. Meropriyatiya po uluchsheniyu effektivnosti gidravlicheskogo razryva plasta i skin-GRP // Neft' i Gaz. – 2023. – №1. – S. 81-93. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.07>]
- 12 Бисенгалиев М.Д., Досказиева Г., Тогашева А.Р., Баямирова Р.У., Сарбопеева М.Д., Жолбасарова А.Т. Разработка технологии очистки призабойной зоны пласта от асфальтено-смолистых отложений // Нефть и газ. – 2023. – №1 (133). – С. 55-66. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.05> [Bisengaliev M.D., Dосkaziєva G., Togasheva A.R., Bayamirova R.U., Sarbopееva M.D., Zholbasarova A.T. Razrabotka tekhnologii oshistki prizabojnoj zony plasta ot asfal'teno-smolistyh otlozhenij // Neft' i gaz. – 2023. – №1 (133). – S. 55-66. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.05>]
- 13 Togasheva A.R., Bayamirova R.Y., Zholbassarova A.T., Sarbopееva, M.D., Arshidinova M.T. (2023). Pilot field tests of shock-wave treatment of wells at the fields of JSC Ozenmunaigas. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 23(1.1). Pp.719–727. doi 10.5593/sgem2023/1.1/s06.86.
- 14 Togasheva A., Bayamirova R., Sarbopееva M., Bisengaliev M., Khomenko V.L. Measures to prevent and combat complications in the operation of high-viscosity oils of western Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. Volume 1. Number 463 (2024), Pp.257–270. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.379>

- 15 Bisengaliev M.D., Zholbasarova A.T., Togasheva A.R., Bayamirova R.Y., Sarbopeeveva M.D. (2021). Development of technologies for the pour point depressant treatment of an annular near-wall layer of oil pumped through a main pipeline// E3S Web Conf. International Symposium "Sustainable Energy and Power Engineering 2021" (SUSE-2021). – Volume 288. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128801005>
- 16 Bayamirova R.Y., Togasheva A.R., Zholbassarova A.T., Islamberdiev Z.A., Bissengaliev M., D.Suierov. (2020). Experimental study of structural- mechanical properties of heavy oils//Studia UBB Chemia LXV. – 2020. – Pp. 233–244. doi:10.24193/subbchem.2020.1.18
- 17 Билецкий М.Т., Ратов Б.Т., Бораш А.Р., Муратова С.К. Разработка нового устройства для осуществления имплозионного метода освоения скважин // Нефть и газ. – 2023. – 1(133). – С. 29-42. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.03> [Bileckij M.T., Ratov B.T., Borash A.R., Muratova S.K. Razrabotka novogo ustrojstva dlya osushchestvleniya implozionnogo metoda osvoeniya skvazhin // Neft' i Gaz. – 2023. – 1(133). – S. 29-42. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.03>]
- 18 Biletskiy M. T., Ratov B. T., Sudakov A. K., Sudakova D., & Borash B. R. Modeling of drilling water supply wells with airlift reverse flush agent circulation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2023a. – № 1. – С. 53–60. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053>
- 19 Cher nova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva, B. Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells / SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings. – 2022. – <https://doi.org/10.5593/sgem2022/1.1/s03.049>
- 20 Sudakov A., Dreus A., Ratov B. Substantiation of thermomechanical technology parameters of absorbing levels isolation of the boreholes // NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2020. – № 2(440). – P. 63–71. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.32>
- 21 Ratov B.T., Sudakov A.K., Sudakova D.A., Borash B.R., (2023). Modeling of drilling water supply wells with airlift reverse flush agent circulation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2023. – № 1. – P. 53-60. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053>.
- 22 Ratov B.T., Chudik I.A., Fedorov B.V., Sudakov A.K., Borash B.R. Results of production tests of an experimental diamond crown during exploratory drilling in Kazakhstan // SOCAR Proceedings. – 2023. – N 2. –P. 023-029. <https://doi.org/10.5510/OGP20230200842>
- 23 Ratov B.T., Fedorov B.V., Omirzakova E.J., & Korgasbekov D.R. Development and improvement of design factors for PDC Cutter Bits // Mining Informational and Analytical Bulletin. – 2019a. – N 11. – P. 73–80. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-11-0-73-80>
- 24 Borash B.R., Biletskiy M.T., Khomenko V.L., Koroviaka Ye.A., Ratov B.T. Optimization of technological parameters of airlift operation when Drilling Water Wells // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2023. – N (3). – P. 25–31. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/025>
- 25 Ratov B.T., Fedorov B.V. Hydroimpulsive development of fluid-containing recovery // Life Science Journal. – 2013. – N 10. – P. 302–305.
- 26 Pavlychenko A.V., Ihnatov A.O., Koroviaka Y.A., Ratov B.T., Zakenov S.T. Problematics of the issues concerning development of energy-saving and environmentally efficient technologies of well construction // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – N 1049. – P. 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012031>
- 27 Bayamirova R.Y., Togasheva A., Zholbassarova A., Bissengaliev M., Kunayeva G., Kuliyevev M., Boribek S. (2020). Selection of effective demulsifying agents for oil-water emulsions breakdown. Studia UBB chemia, LXV, 4. – Pp.53–61. doi:10.24193/subbchem.2020.4.04. pp.53-61