



УДК 622.276

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТА НА ВОЗМОЖНОСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОПРОСЛУШИВАНИЯ

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE RESERVOIR FILTRATION PROPERTIES ON THE POSSIBILITY OF EFFECTIVE HYDRO-LISTENING WELLS

Корневский Артемий Александрович

студент, магистр,
студент кафедры разработка и эксплуатация газовых и
нефтегазоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
artemiy-17@mail.ru

Малышев Виктор Леонидович

кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры разработки и эксплуатации газовых и
нефтегазоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
victor.l.malyshev@mail.ru

Аннотация. В представленной работе рассмотрен вопрос влияния величины импульса от возмущающей скважины на возможность его диагностирования в реагирующей скважине. Изучено влияние величины проницаемости коллектора и наличия вертикальных прослоев на гидродинамическую связь между скважинами в программном комплексе «РН-КИМ».

Ключевые слова: гидропрослушивание, моделирование, скважина, гидродинамические исследования, забойное давление, дебит.

Korenevsky Artemy Alexandrovich

Student, Master,
Student of Gas and Oil and Gas Condensate
Field Development and Operation Department,
Ufa State Petroleum Technical University
artemiy-17@mail.ru

Malyshev Victor Leonidovich

Candidate of Physical and
Mathematical Sciences,
Associate Professor,
Department of Development and Operation of
Gas and Oil and Gas and Condensate fields,
Ufa State Petroleum Technical University
victor.l.malyshev@mail.ru

Annotation. The present paper discusses the effect of the pulse value from the perturbing well on the possibility of its diagnosis in the reacting well. The influence of the reservoir permeability and the presence of faults on the hydrodynamic connection between wells in the RN-KIM software complex is studied.

Keywords: interference testing, modeling, well, field, hydrodynamic testing, bottomhole pressure, flow rate.

Гидропрослушивание заключается в изучении особенностей распространения упругого импульса (возмущения) в пласте между различными скважинами. Для этого в одной из скважин, называемой возмущающей скважиной, изменяют режим работы. Это может быть остановка скважины, ее пуск в работу с постоянным дебитом или изменение забойного давления и дебита [1]. После создания импульса в возмущающей скважине наблюдают за изменением давления в соседних реагирующих скважинах. Совершенно очевидно, что изменение давления в реагирующих скважинах обусловлено как импульсом в возмущающей скважине, так и параметрами пласта в направлении каждой реагирующей скважины.

Цели гидропрослушивания:

- оценка взаимодействия (интерференции) скважин;
- определение непроницаемых границ пласта;
- определение положения ВНК;
- определение мест перетоков локальных и площадных между пластами, а также пьезопродностьобласти реагирования.

Известно несколько методов гидропрослушивания, отличающихся различными способами создания возмущающего импульса [2]:

- изменением дебита возмущающей скважины на постоянную величину;
- созданием фильтрационных гармонических волн давления;
- обработки кривых изменения забойного давления в реагирующих скважинах.

Точность определения параметров пласта по данным гидропрослушивания зависит от общего гидродинамического фона в исследуемой области залежи. Поэтому для получения качественной информации необходимо по возможности стабилизировать режимы работы всех скважин, находящихся в исследуемой области [3].



В представленной работе исследуется процесс влияния величины проницаемости коллектора и наличия вертикальных прослоев на гидродинамическую связь между скважинами. В рамках выполняемой работы для определения связи между скважинами был применен метод гидродинамического моделирования в программном комплексе РН-КИМ (ПАО «НК «Роснефть»).

Расстояние между скважинами 250 м, модель однослойная, толщина 10 м, ширина и длина 1200 м.

В работе изучено влияние проницаемости пласта на получение отклика в реагирующей скважине. Рассмотрим проницаемость пласта $K = 10$ мД. Проследим за «откликом» в добывающей скважине, увеличивая количество нагнетаемой в пласт воды с каждым циклом. Время цикла – один месяц. Ограничения по забойному давлению в добывающей скважине составляет 50 атм., а пластовое давление – 250 атм.

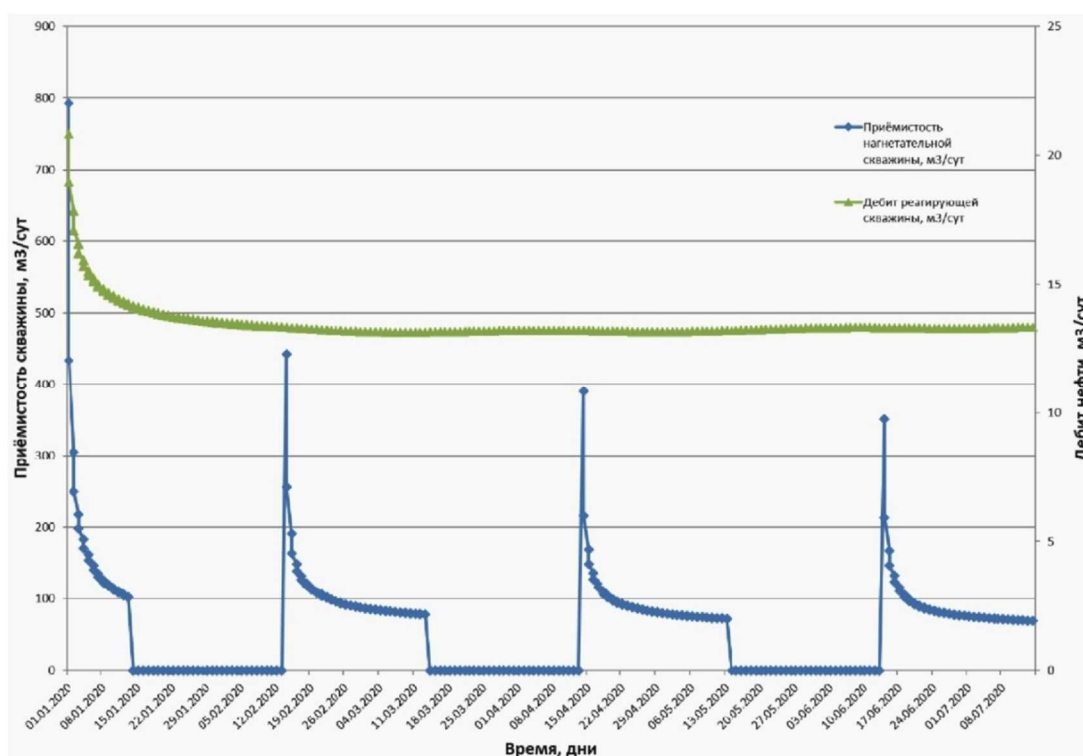


Рисунок 1 – Зависимость дебита от увеличения объемов закачки нагнетаемой в пласт воды при проницаемости пласта $K = 10$ мД

Как видно из графика на рисунке 1, характерная зависимость дебита от давления, создаваемого нагнетательной скважиной, отсутствует. Анализ изменения дебита добывающей скважины не выявил прихода импульса от возмущающей скважины.

При увеличении проницаемости до $K = 25$ мД изменение дебита реагирующей скважины незначительно, и составляет порядка $0,075 \text{ м}^3 / \text{сут}$ при приемистости нагнетательной скважины в $45 \text{ м}^3 / \text{сут}$. При таких малых изменениях значений дебита диагностировать отклик в добывающей скважине в реальных условиях не представляется возможным.

Рассмотрим пласт с проницаемостью $K = 50$ мД. Как видно из рисунке 2, при запуске нагнетательной скважины, мы видим отклик в дебите добывающей скважины. Количественная оценка изменений по дебиту реагирующей скважины составляет $5\text{--}6 \text{ м}^3 / \text{сут}$ при приемистости нагнетательной скважины в $100 \text{ м}^3 / \text{сут}$. По сравнению с предыдущим вариантом прирост дебита существенен и может быть диагностирован в промысловых условиях. В результате можно заключить, что исследование при заданных параметрах оказалось успешным. Время отклика составляет порядка 100 часов.

С последующим увеличением проницаемости пласта показатели взаимодействия скважин будут только увеличиваться, что видно из таблицы 1.

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что при больших значениях проницаемости гидродинамическая связь между скважинами увеличивается. Приемистость в нагнетательных скважинах в зонах с большей проницаемостью больше, чем в коллекторах с меньшей проницаемостью, что в целом закономерно. Опытным путём достигнуто, что целесообразно увеличивать приемистость только в зонах с проницаемостью не ниже 50 мД.

Результаты всех проведенных исследований представлены в таблице 1.

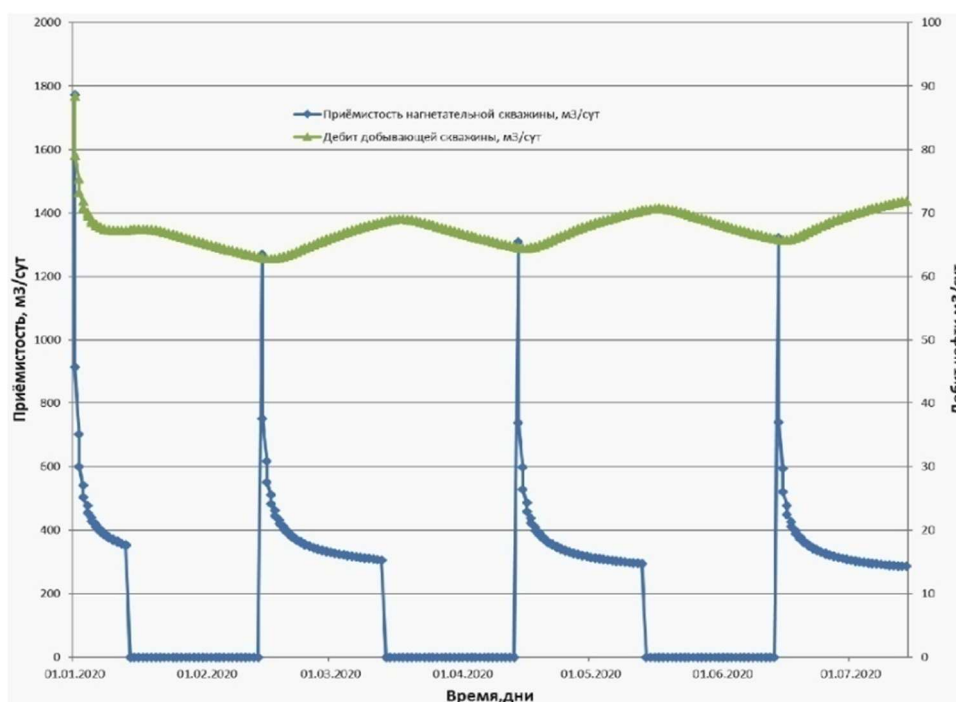


Рисунок 2 – Значения дебита в зависимости от цикла (запуск / остановка) при проницаемости пласта $K = 50 \text{ мД}$

Таблица 1 – Полученные значения

Значения проницаемости, мД	Циклы запуск / остановка	Давление, атм				Приемистость, м ³ / сут		Дебит, м ³ / сут	
		Нагнетательная		Добывающая		Запуск	Остановка	Запуск	Остановка
		Запуск	Остановка	Запуск	Остановка				
10	1 цикл	160	150	137	110	20	0	21	14
10	2 цикл	153	150	105	103	14	0	13	13
10	3 цикл	157	150	103	101	17	0	12	12
10	4 цикл	158	150	101	100	21	0	12	12
25	1 цикл	160	150	102	98	30	0	30	29,025
25	2 цикл	142	150	98	96	45	0	29	28,75
25	3 цикл	139	150	96	94	50	0	28,5	28,255
25	4 цикл	137	150	94	93	55	0	28	28
50	1 цикл	175	150	98	110	90	0	89	68
50	2 цикл	193	150	96	103	100	0	63	69
50	3 цикл	204	150	94	101	105	0	64	71
50	4 цикл	205	150	92	100	110	0	66	73
75	1 цикл	180	150	96	110	130	0	75	67
75	2 цикл	197	150	94	103	140	0	63	74
75	3 цикл	205	150	92	101	145	0	70	77
75	4 цикл	210	150	90	100	155	0	72	80
100	1 цикл	185	150	100	102	170	0	125	117
100	2 цикл	200	150	97	101	200	0	117	127
100	3 цикл	209	150	96	100	220	0	120	133
100	4 цикл	215	150	95	98	225	0	125	137

С последующим увеличением проницаемости пласта показатели взаимодействия скважин будут только увеличиваться, что видно из таблицы 1.

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что при больших значениях проницаемости гидродинамическая связь между скважинами увеличивается. Приемистость в нагнетательных скважинах в зонах с большей проницаемостью больше, чем в коллекторах с меньшей проницаемостью, что в целом закономерно. Опытным путём достигнуто, что целесообразно увеличивать приемистость только в зонах с проницаемостью не ниже 50 мД.



Следующий вариант исследования заключается в изменении проницаемости вертикального прослоя между двумя скважинами (рис. 3). Исходным значением задаётся проницаемость пласта $K = 50$ мД, она неизменна, исследования проводились при проницаемостях прослоев: $K_{\text{fault}} = 0,0001$ мД и $K_{\text{fault}} = 10$ мД.

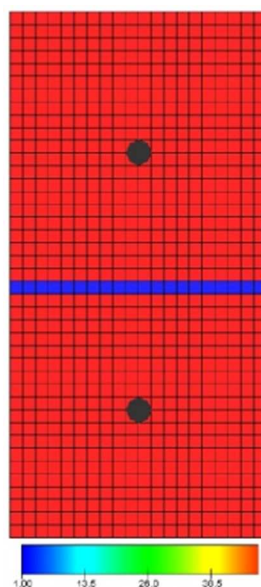


Рисунок 3 – Модель вертикального прослоя

Рассмотрим влияние нагнетания жидкости на дебит реагирующей скважины с прослоем проницаемостью $K_{\text{fault}} = 10$ мД (рис. 4).

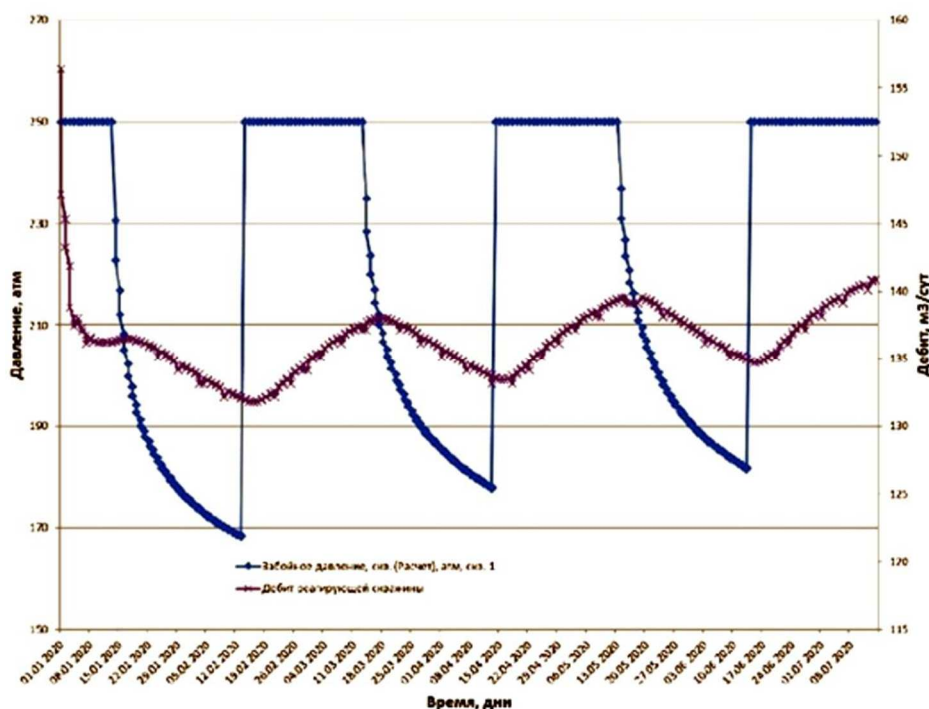


Рисунок 4 – Зависимость забойного давления в возмущающей скважине и дебита в реагирующей при наличии прослоя проницаемостью $K_{\text{fault}} = 10$ мД

Как можно заметить из рисунка 4, наблюдается увеличение дебита в реагирующей скважине во время увеличения забойного давления в возмущающей. Прослеживается четкая взаимосвязь от цикла запуска возмущающей скважины и её остановки. Анализ изменения давления в добывающей скважине показал наличие гидродинамической связи с возмущающей скважиной.



Далее проводим аналогичный эксперимент с проницаемостью прослая $K_{\text{fault}} = 0,0001$ мД (рис. 5).

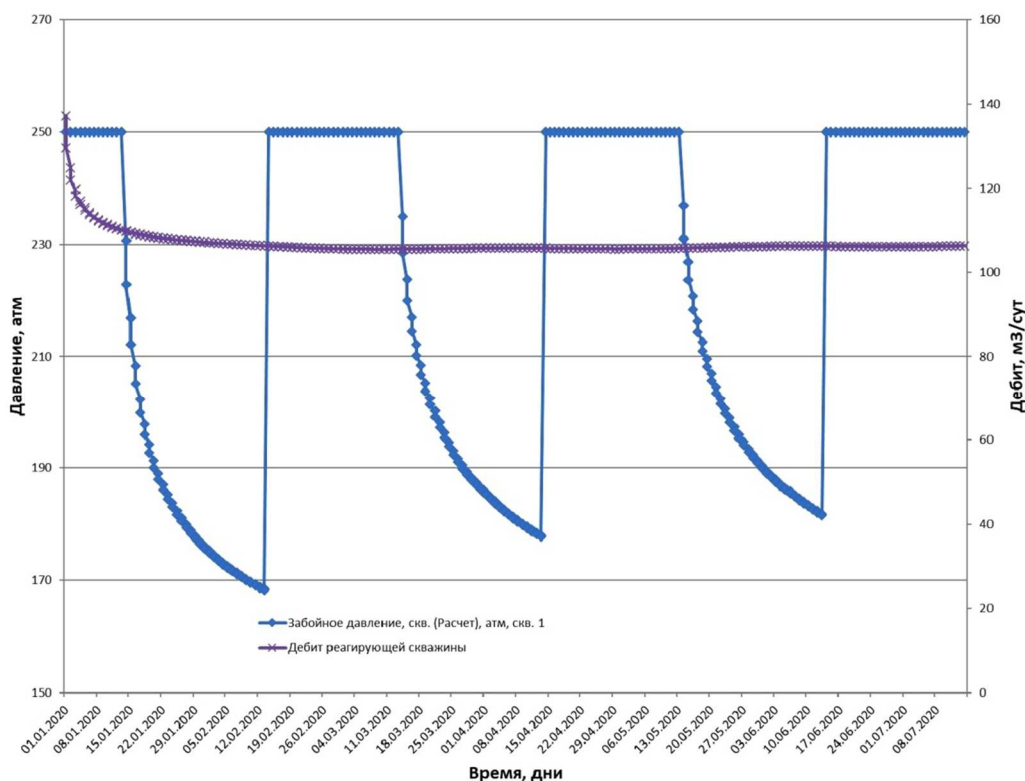


Рисунок 5 – Зависимость забойного давления в возмущающей скважине и дебита в реагирующей при наличии прослая проницаемостью $K_{\text{fault}} = 0,0001$ мД

Как можно заметить из рисунка 5 изменение забойного давления в нагнетательной скважине не находит отклика в добывающей. Давление и дебит в добывающей скважине не изменяется, хотя в призабойной зоне возмущающей скважины давление увеличивается с каждым циклом.

Отклик в добывающей скважине диагностируется лишь при проницаемости вертикального прослая свыше 2,5 мД.

Выводы. В программном комплексе РН-КИМ реализована возможность диагностирования гидродинамической связи межскважинного пространства на примере однородного коллектора. Найден нижний предел проницаемости при котором диагностируется отклик в реагирующей скважине при проведении гидропрослушивания. Рассмотрено влияние вертикальных прослоев различной проницаемости на возможность диагностирования импульса в добывающей скважине.

Литература:

1. Калмыков А.В., Метелев В.П., Терентьев В.В. Применение гидропрослушивания методом ФВД для определения гидродинамических параметров пласта // Каротажник. – 2006. – № 1 (142). – С. 23–36.
2. Майков Д.Н., Борхович С.Ю. Исследование взаимовлияния скважин методом гидропрослушивания // Нефть. Газ. Новации. – 2019. – № 2. – С. 30–31.
3. Нурғалиева А.А., Малышев В.Л. Подбор комплекса гидродинамических исследований скважин для достоверного прогноза параметров пласта на Вишневском месторождении // Нефтегазовое дело – 2020. – № 4. – С. 48–57.

References:

1. Kalmykov A.V., Metelev V.P., Terentyev V.V. Application of hydroperforation by FWD method to determine reservoir hydrodynamic parameters // Well Logger. – 2006. – № 1 (142). – P. 23–36.
2. Maykov D.N., Borkhovich S.Y. Investigation of interference of wells by hydraulic listening method // Oil. Gas. novation. – 2019. – № 2. – P. 30–31.
3. Nurgalieva A.A., Malyshev V.L. Selection of a complex of hydrodynamic well studies for reliable prediction of reservoir parameters at Vishnevskoye field // Oil and Gas Business. – 2020. – № 4. – P. 48–57.