

УДК 622.276.344

А.Н. Куликов¹, Л.А. Магадова², e-mail: lubmag@gmail.com; А.Р. Байрамгалин², И.Р. Магзянов²

¹ РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина (Москва, Россия).

² ООО «РН-УфаНИПИнефть» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия).

Совершенствование графоаналитической методики диагностики механизмов обводнения нефтяных скважин и подбора кандидатов для проведения ремонтно-изоляционных работ

В работе представлены основные идеи, положенные в основу разработанной авторами графоаналитической методики диагностики существующих механизмов обводнения скважин нефтяной залежи. Методика объединяет различные способы диагностики обводнения скважин за счет заколонных перетоков воды, конусообразования водонефтяного контакта в призабойной зоне пласта (ПЗП), негерметичности эксплуатационной колонны, прорыва к скважине закачиваемой либо контурной воды и др. Методы основываются на анализе динамик эксплуатационных показателей скважин, на корреляционном анализе динамик таких показателей, как текущая добыча воды и обводненность продукции добывающей скважины, текущая закачка нагнетательной скважины. В работе представлены построенные с помощью данной методики карты источников обводнения скважин различных объектов разработки нефтяных месторождений: II объект разработки (пласты Ю₁+Ю₂) месторождения Кумколь, объект БП10-11 Тарасовского месторождения, западная среднедевонская залежь Возейского месторождения.

Также представлена методика подбора скважин – объектов проведения ремонтно-изоляционных работ (РИР), наиболее проблемных с позиции величины избыточной обводненности продукции и имеющих наибольший потенциал с позиции величин приходящихся остаточных запасов нефти и текущей продуктивности по нефти. При этом в работе особое внимание уделено статистическому методу оценки величин приемлемой и избыточной обводненности продукции скважины, который опирается на результаты расчета текущей водонасыщенности пласта в интервале вскрытия каждой скважины, проводимого в математической или гидродинамической модели залежи, на функцию Баклея – Леверетта и на диаграммы относительных фазовых проницаемостей пласта как результата фильтрационных исследований натурального керна. Метод заключается в построении графической корреляции значений текущей обводненности продукции скважины и расчетной текущей водонасыщенности пласта в интервале вскрытия, охватывающей весь добывающий фонд залежи, и в ее анализе совместно с теоретической зависимостью приемлемой обводненности продукции от водонасыщенности пласта, рассчитанной с помощью функции Баклея – Леверетта и диаграмм относительных фазовых проницаемостей пласта. В качестве примера в работе представлены подобранные для проведения промыслово-геофизических исследований (ПГИ) и последующих РИР скважины объекта БП10-11 Тарасовского месторождения.

Ключевые слова: графоаналитическая методика диагностики источника обводнения скважины, корреляционный метод диагностики источника обводнения скважины, скважина с заколонной циркуляцией (ЗКЦ), скважина с негерметичной эксплуатационной колонной, прорыв фронта нагнетаемой воды (ФНВ), прорыв контурных вод, промыслово-геофизические исследования скважины, ремонтно-изоляционные работы, методика подбора скважин для проведения РИР, избыточная обводненность продукции скважины, приходящиеся запасы нефти.

.....
 А.Н. Kulikov¹, Л.А. Magadova², e-mail: lubmag@gmail.com; А.Р. Bairamgalin², I.R. Marzyanov²

¹ Gubkin Russian State University of Oil and Gas (Moscow, Russia).

² RN-UfaNIPIneft LLC (Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia).

Improvement of semi-graphical technique of oil wells encroachment mechanisms and selection of candidates for repair and insulation works

The study presents basic ideas underlying the authors' methods of semi-graphical diagnosis of existing mechanisms oil deposit wells encroachment. The technique combines different methods of wells encroachment diagnosis due to: behind-the-casing water flow, coning of oil-water contact in the bottom hole area of formation, production casing leak,

breakthrough to the well of pumped or contour water. Methods are based on the analysis of operating characteristics of the wells, on the correlation analysis of the dynamics of such indicators as the current water production and well products water cut, the current injection of the injection well. The study presents maps of the encroachment sources of different oil field facilities built with this procedure: II development facility (formations Yu_1+Yu_2) of Kumkol field, BP10-11 facility of Tarasovskoye field, West Middle Devonian pool of Vozeyskoye field.

Also, the technique of wells selection is represented – facilities for repair and insulation works (RIW), the most problematic from the point of the excess products water cut and having the greatest potential from a position of specific residual values of oil and current oil capacity. This work focuses on the statistical method, of acceptable and excessive well products water cut estimation based on the results of the current formation water saturation calculation in the range of each well penetration, held in a mathematical or hydrodynamic model of the deposit, the function of Buckley – Leverett and diagram of relative phase formation permeability as a result of full-scale core filtration studies. The method consists in construction of a graphical correlation of the current well product water cut values and estimated current water saturation of the formation in the range of completion, covering the whole production well stock, and in its analysis, together with the theoretical dependence of acceptable products water cut from the formation water saturation, calculated using the Buckley – Leverett function and relative permeability charts of the formation. As an example, the work presents selected for field geophysical studies (FGS) and subsequent repair and insulation works wells on BP10-11 facility of Tarasovskoye field.

Keywords: Semi-graphical technique for the well encroachment source diagnosis, correlation method of the well encroachment source diagnosis, well with the circulation behind the casing (BSC), well with unpressurized flow casing, water breakthrough (WBT), edge water breakthrough, field geophysical studies (FGS), repair and insulation works (RIW), well selection procedure for RIW, excess water cut of well products, specific oil volume.

В работах [1 и 2] представлены основы графоаналитической методики диагностики механизмов обводнения нефтяных скважинах, основывающейся на анализе динамик их эксплуатационных показателей и геолого-физических характеристик залежи, а также основы методики подбора скважин для проведения РИР. В ходе применения эти методики были усовершенствованы и дополнены. В частности, разработаны статистический метод нахождения скважин с заколонными циркуляциями воды и метод оценки величин текущей избыточной обводненности продукции скважины.

Методы основываются на использовании известной зависимости величины обводненности продукции скважины от средней водонасыщенности пласта в интервале вскрытия, проявляющейся при вытеснении нефти водой (рис. 1). Данная зависимость (назовем ее кривой двухфазного потока) проявляется при отсутствии в скважинах проблем, связанных с негерметичностью конструкции. Она рассчитывается с исполь-

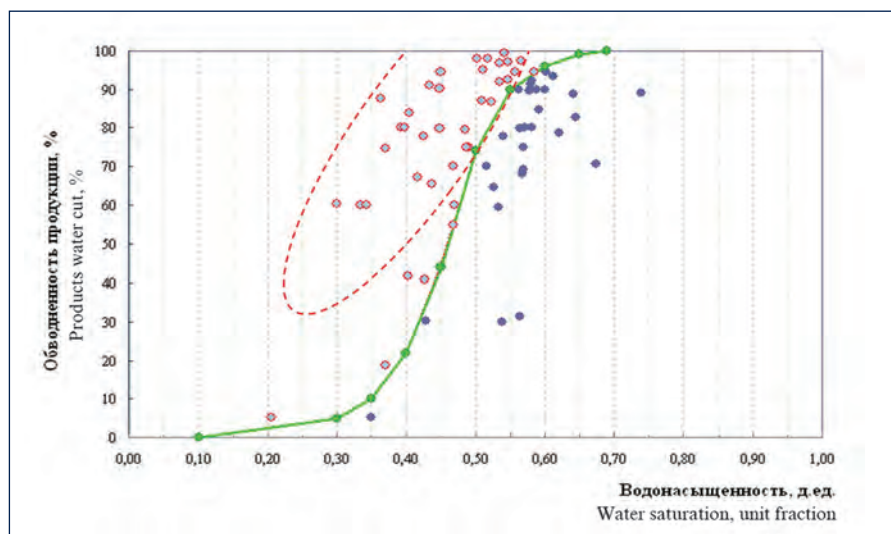


Рис. 1. Корреляция обводненности продукции с текущей водонасыщенностью ПЗП для скважин западной среднедевонской залежи Возейского месторождения за период первых 6–6,5 лет эксплуатации: 1 – кривая зависимости обводненности продукции от водонасыщенности модели пласта согласно исследованиям на кернах, 2 – эллипс, окружающий точки, не подчиняющиеся зависимости обводненности продукции от водонасыщенности ПЗП

Fig. 1. Correlation of products water cut with the current water saturation of bottom hole area of formation in wells of West Middle Devonian pool of Vozeyskoye field during the first 6-6.5 years of operation: 1 – dependence curve of products water cut from the formation model water saturation according to displacement efficiency, 2 – ellipse around the points that subject to the relationship between well products water cut and bottom hole area of the formation water production

Ссылка для цитирования (for references):

Куликов А.Н., Магадова Л.А., Байрамгалин А.Р., Магзянов И.Р. Совершенствование графоаналитической методики диагностики механизмов обводнения нефтяных скважин и подбора кандидатов для проведения ремонтно-изоляционных работ // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. № 11. С. 34–40.

Kulikov A.N., Magadova L.A., Bairamgalin A.R., Marzyanov I.R. Improvement of semi-graphical technique of oil wells encroachment mechanisms and selection of candidates for repair and insulation works (In Russ.). *Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory*, 2015, No. 11. P. 34–40.

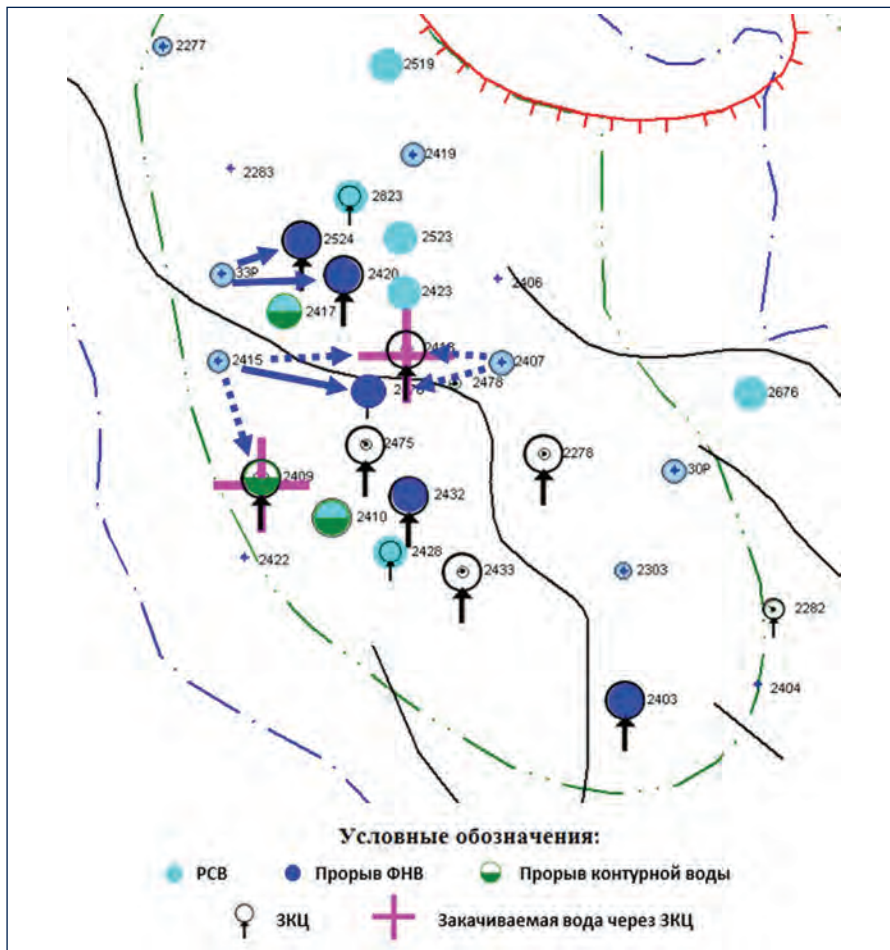


Рис. 2. Карта источников обводнения скважин II объекта разработки (пласты Ю₁ + Ю₂) месторождения Кумколь

Fig. 2. Map of wells encroachment sources of facility II (formations Yu₁ + Yu₂) of Kumkol field development

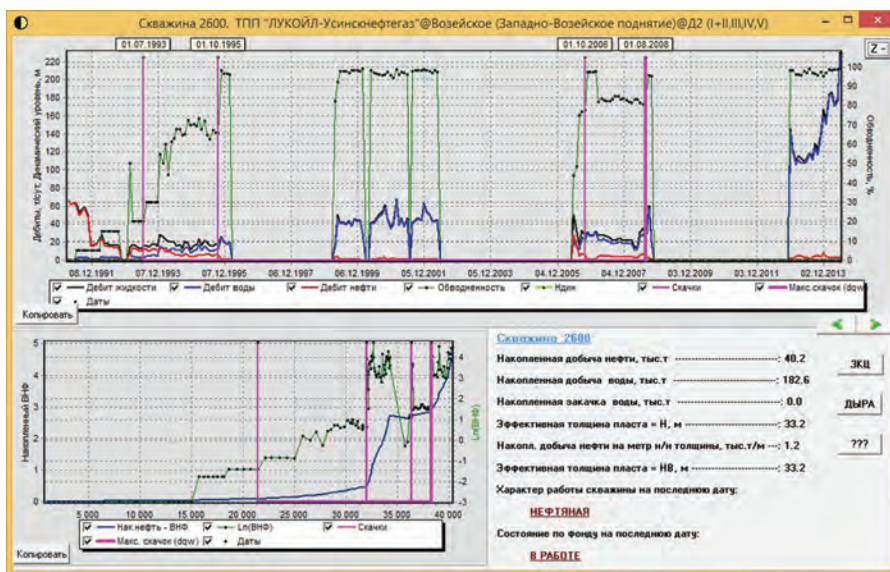


Рис. 3. Динамика эксплуатационных показателей скв. 2600 западной среднедевонской залежи Воезейского месторождения

Fig. 3. The dynamics of Vozeyskoe field Western Middle Devonian deposit 2600 well PI

зованием функции Бакли – Лаверетта [3] и значений относительной фазовой проницаемости пласта для нефти и воды при различных значениях его водонасыщенности, полученных из результатов фильтрационных исследований натурального керна.

На рисунке 1 видно, что при совместном рассмотрении кривой двухфазного потока, а также графической корреляции фактических значений текущей обводненности скважин и расчетных значений текущей водонасыщенности пласта в интервалах вскрытия достаточно четко выделяются точки, подчиняющиеся прямой зависимости первого показателя от второго. Эти точки соответствуют скважинам с отсутствием проблем. Также на описанной корреляции при ее совместном рассмотрении с кривой двухфазного потока выделяются точки, которые данной прямой зависимости не подчиняются, располагаясь заметно выше кривой (оказаны пунктирным эллипсом). Данное превышение и характеризует величину избыточной обводненности продукции проблемной скважины.

Текущая водонасыщенность пласта в интервале вскрытия каждой скважины рассчитывается в математической либо в гидродинамической модели залежи на основе карты начальной нефтенасыщенности залежи, величин накопленной добычи нефти для каждой скважины, геолого-физических показателей пласта и характеристик пластовых флюидов.

С целью нахождения всех скважин с ЗКЦ представленная выше графическая корреляция строится и анализируется для каждого фиксированного отрезка времени в течение первых лет эксплуатации скважин, когда обычно и образуется основное количество ЗКЦ. С помощью этих корреляций выделяются проблемные скважины, точки которых не подчиняются прямой зависимости обводненности продукции скважин от водонасыщенности ПЗП и располагаются заметно выше кривой двухфазного потока.

Для подтверждения сделанных выводов о присутствии ЗКЦ в отмеченных скважинах применяется комплексный графоаналитический метод [4], осно-

Таблица. Геолого-технологические и эксплуатационные показатели скважин объекта БП₁₀₋₁₁ Тарасовского месторождения, предложенных для проведения ПГИ и последующего РИР

Table. Geological and technological and operational performances of Tarasovskoye fields BP₁₀₋₁₁ facility wells proposed for the FGS and repair and insulation works

№ скв. Well No.	Состояние Condition	Суммарная текущая нефтенасыщенная толщина, м Total current net pay, m	Суммарная проводимость текущих нефтенасыщенных толщин, мД·м The total conductivity of the current oil net pay, mD·m	Толщина разделяющей перегородки, м Thickness of the dividing bridge, m	Источник обводнения Source of water	Накопленная добыча нефти на 1 м пласта, тыс. т/м Cumulative oil production per 1 m of formation ths t/m	ОИЗ, тыс. т TRR (total recoverable reserves) ths t	Текущая выработка НИЗ, д. ед. Current development of the IRR (initial recoverable reserves), unit fraction	Приемлемая обводненность, % Acceptable water cut, %	Избыточная обводненность, % Excessive encroachment, %	Рекомендация Recommendation	Потенциал дебита нефти, т/сут. Oil production rate potential, t/day
1118	Рабочее Operating	8,9	10,7	3,6	ЗКЦ из-за гидроразрыва пласта BSC due to fracturing	0,9	83,4	0,2	61,8	30,2	ПГИ, РИР FGS RIW	14,5
3213	Рабочее Operating	11,3	69,8	0,4+0,6	ЗКЦ из-за гидроразрыва пласта BSC due to fracturing	0,3	134,5	0	40,5	48	ПГИ, РИР FGS RIW	9,7
1192	В консервации In preservation	8,1	89,4	0,2+0,6+2	ЗКЦ BSC	0,8	168,6	0,1	69	–	ПГИ, РИР FGS RIW	11
3203	В консервации In preservation	23,4	277,5	1	ЗКЦ BSC	0,1	254,8	0	9,9	–	ПГИ, РИР FGS RIW	8,5
1160	В консервации In preservation	9,7	73,7	2,4	ЗКЦ + контурная вода BSC + circuit water	1,7	95,3	0,2	67,7	–	ПГИ, РИР FGS RIW	9,9

ванной на использовании ряда особенностей обводнения скважины с данной проблемой:

- образование ЗКЦ в скважине обычно происходит в первые месяцы эксплуатации и сопровождается резким скачком вверх величины L_p ВНФ (или обводненности) продукции;
- далее при обводнении скважины исключительно за счет ЗКЦ отмечается относительное постоянство значений логарифма ВНФ (или обводненности) ее продукции;
- при этом фактическое значение обводненности скважины с ЗКЦ заметно превосходит то приемлемое ее значение, которое соответствует водонасыщенности ПЗП [4];
- отмечается отрицательная корреляция динамик дебита жидкости и обводненности продукции скважины, обводняющейся посредством ЗКЦ.

На основе описанного статистического метода поиска скважин с ЗКЦ был разработан метод уточненной оценки текущих величин приемлемой и избыточной обводненности продукции скважины нефтяной залежи. Из показателей, используемых при модельном расчете текущей водонасыщенности пласта в интервале вскрытия скважины, наименее точным является величина начальной нефтенасыщенности, полученная по результатам ГИС в открытом стволе. Причем неточность определения обычно несет системный характер, т.е. распространяется на все скважины, благодаря чему легко поддается учету. На этом основан статистический метод оценки величин приемлемой и избыточной обводненности продукции скважины. Он заключается в оптимизации положения кривой двухфазного потока относительно шкалы

водонасыщенности, так чтобы она со статистической точки зрения наиболее точно соответствовала фактическим точкам корреляции, участвующим в прямой зависимости обводненности от водонасыщенности. На рисунке 1 такое оптимальное положение кривой двухфазного потока отмечено пунктирной линией на описанной корреляции скважин западной среднедевонской залежи Возейского месторождения за период первых 6–6,5 лет эксплуатации. Используя оптимизированное положение кривой двухфазного потока, можно относительно точно оценить величину избыточной обводненности продукции любой скважины как величину превышения фактической обводненности продукции над приемлемой. Большинство проблем, отмеченных в скважинах с использованием графоаналитических методов, подтверждают

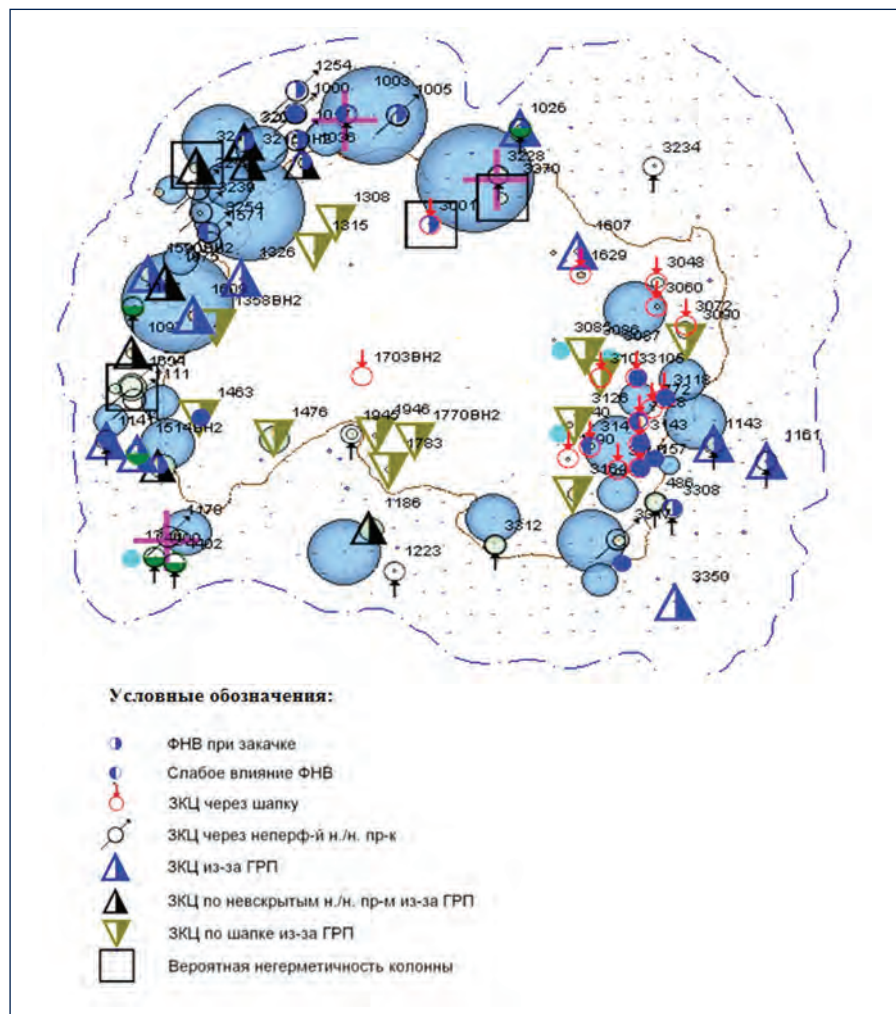


Рис. 4. Карта источников обводнения скважин объекта БП₁₀₋₁₁ Тарасовского месторождения
 Fig. 4. Map of wells encroachment sources of BP₁₀₋₁₁ facility of Tarasovskoye field

ся результатами ПГИ при грамотной интерпретации последних. Несовпадения же обычно отмечаются в скважинах с несущественными проблемами, которые не могут заметно изменить динамику обводнения продукции и поэтому могут быть не отмечены аналитически, что с позиции подбора скважин для проведения РИР допустимо.

Преимуществом графоаналитических методов диагностики водопритоков является возможность быстрой оценки механизмов обводнения скважин нефтяной залежи. Это позволяет строить карту источников обводнения скважин залежи, анализ которой совместно с данными о геологии и разработке позволяет более объемно видеть процессы, происходящие в нефтяном пласте, и существующие проблемы. Последнее позволяет выработать более адресную

технологическую политику по ПНП на залежи нефти.

В качестве примера построения карты с использованием описанной методики представлена карта источников обводнения скважин нефтяной залежи для северо-западного участка II объекта разработки (пласты Ю₁ + Ю₂) месторождения Кумколь (рис. 2). Данный участок почти полностью подстилается подошвенной водой, что обуславливает ЗКЦ в качестве основного источника обводнения скважин в начальный период их эксплуатации. По некоторым же скважинам повышенная начальная обводненность продукции связана с повышенной начальной водонасыщенностью ПЗП, что обозначается понятием «рыхлосвязанная вода» (РСВ).

Для нахождения скважин, обводняющихся за счет прорыва фронта

нагнетаемой воды (ФНВ), графоаналитическая методика использует метод К. Чана [5] и корреляционный метод [6]. Последний метод заключается в корреляционном анализе динамик добычи воды и обводненности продукции каждой из добывающих скважин с динамикой закачки ближайших нагнетательных. Корреляционный метод показал, что на рассматриваемом участке месторождения Кумколь обводнение закачиваемой водой отмечается в скважинах, близких к нагнетательным скважинам 33р и 2415 (скважины 2524, 2420, 2476, 2417 и 2409). Причем если до скв. 2476 закачиваемая вода поступает от скважины 2415 по продуктивному пласту, что на рисунке 2 обозначено сплошной стрелкой, то до скв. 2417 и 2409 – по его водонасыщенной подошве посредством ЗКЦ, что обозначено пунктирной стрелкой. От нагнетательной скв. 2407 закачиваемая вода поступает к скважинам 2418 и 2476 также по водоносной подошве пласта и посредством ЗКЦ.

Для более детального анализа существующих проблем и уточнения технической возможности проведения РИР в четырех скважинах с ЗКЦ предложено провести ПГИ.

Анализ карты источников обводнения скважин, их эксплуатационных показателей и выработанности приходящихся запасов нефти позволил выработать серию рекомендаций для анализируемого участка. Согласно методике, представленной в работе [2], проведен подбор проблемных и потенциальных скважин для проведения РИР. Подобранные проблемные скважины отличаются повышенными значениями приходящихся ОИЗ нефти, избыточной обводненности продукции, дебита жидкости, проводимости текущих нефтенасыщенных толщин, толщины разделяющей глинистой перемычки, а также пониженными значениями накопленной добычи нефти на 1 м пласта, выработанности приходящихся НИЗ нефти и приемлемой обводненности продукции. При выборе скважин для проведения РИР для них также рассчитывается потенциал дебита жидкости после проведения водоизоляционных работ при условии сохранения преж-

него забойного давления, а с учетом величины приемлемой обводненности продукции рассчитывается и потенциал дебита нефти.

С использованием карты источников обводнения скважин на рассмотренном участке месторождения Кумколь также подобраны две нагнетательные скважины для проведения ВПП.

Для нахождения скважин с негерметичной эксплуатационной колонной графоаналитическая методика использует метод, основанный на анализе динамик эксплуатационных показателей добывающих скважин и на поиске в них характерных изменений, проявляющихся лишь при образовании данной проблемы [1]. По выявленным проблемным скважинам программа формирует подтверждающие графические материалы. Для примера на рисунке 3 представлены такие графики для скважины 4086 объекта БС₁₁² южного купола Новопурпейского месторождения. В качестве признаков образования негерметичности эксплуатационной колонны скважины на графиках отмечаются необратимые изменения динамик дебитов нефти, воды и жидкости, а также других эксплуатационных показателей.

На рисунке 4 представлена карта источников обводнения действующего добывающего фонда скважин объекта БП₁₀₋₁₁ Тарасовского месторождения. Основными особенностями данного объекта разработки являются преимущественно водоплавающий характер залежи при высокой расчлененности пласта, присутствие газовой шапки и низкая проницаемость коллекторов, обусловившая массовое применение в скважинах ГРП. Проведенный анализ обводнения скважин позволил выявить следующие особенности обводнения данного объекта:

- большинство добывающих скважин имеют воду в продукции с начала их эксплуатации, что связано с повышенной начальной водонасыщенностью дренируемой части пласта и с присутствием в ней так называемой рыхлосвязанной воды;
- большинство проблем с опережающим обводнением скважин связано с заколонными перетоками пластовой или

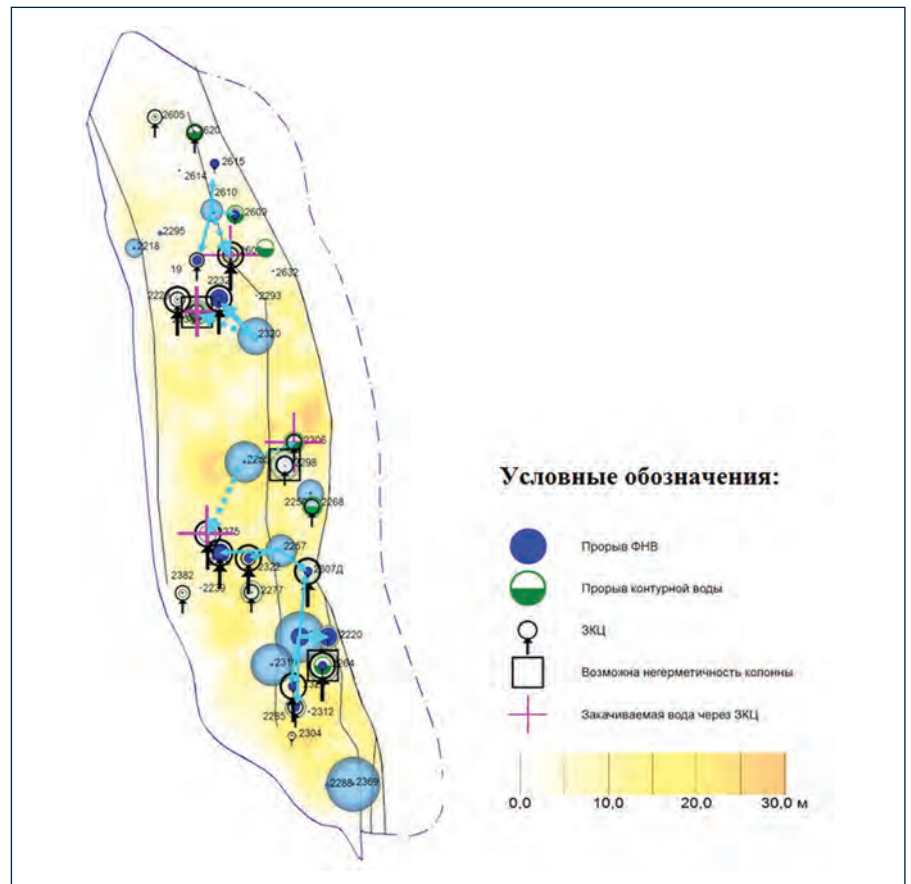


Рис. 5. Карта источников обводнения скважин западной среднедевонской залежи Возейского месторождения

Fig. 5. Map of wells encroachment sources West Middle Devonian pool of Vozeyskoe field

закачиваемой воды в силу водоплавающего характера залежи и присутствия в ней газовой шапки;

- при этом образование заколонных перетоков в скважинах часто связано с неудачным проведением в них ГРП, приведшего к разрушению глинистой перемычки, отделяющей нефтяной пласт от водонасыщенного, либо к образованию негерметичности в цементном кольце;
- такие случаи имели место как при освоении скважин в эксплуатацию, так и при их стимуляции в ходе дальнейшей работы;
- в ряде скважин отмечается образование ЗКЦ не вследствие проведения ГРП, а из-за некачественного цементирования эксплуатационных колонн в условиях наклонного бурения;
- ЗКЦ часто образуются в скважинах ЧНЗ, расположенных вблизи внутреннего контура нефтеносности, имеющих в разрезе не вскрытые нижние нефтенасыщенные пропластки, которые в ходе

эксплуатации обводняются контурными водами и становятся источником поступления воды в скважину посредством ЗКЦ;

- заколонные циркуляции часто образуются в скважинах подгазовой зоны, расположенных вблизи контура газоносности и имеющих не вскрытые газонасыщенные пропластки, которые быстро обводняются закачиваемой водой и становятся источником поступления воды в скважину посредством ЗКЦ;
- одной из основных проблем данной залежи с позиции эффективности разработки является массовое проявление ЗКЦ в нагнетательных скважинах, в результате чего закачиваемая вода поступает в газовую шапку и в верхний газонасыщенный пласт БП₁₀⁰, что ведет к заметному снижению пластового давления;
- также отмечены случаи обводнения скважин закачиваемой водой, поступающей к ним от ближайших нагнетатель-

ных через водонасыщенную подошву пласта посредством ЗКЦ;

- в настоящее время большинство скважин обводняются закачиваемой водой, причем часто влияние закачиваемой воды на обводнение скважины проявляется лишь при увеличении приемистости соседних нагнетательных;
- отмечены несколько скважин с вероятной негерметичностью эксплуатационной колонны.

Результаты проведенной диагностики источников обводнения скважин объекта БП₁₀₋₁₁ Тарасовского месторождения с использованием графоаналитической методики в основном совпали с результатами промыслово-геофизических исследований.

В таблице представлены отмеченные в ходе проведенного анализа проблемные добывающие скважины объекта БП₁₀₋₁₁ Тарасовского месторождения, имеющие наибольший потенциал в плане проведения ПГИ и последующего РИР [7]. Для каждой такой скважины представлены механизм обводнения продукции, величины приемлемой и избыточной обводненности продукции, текущей выработки приходящихся НИЗ

нефти и приходящихся остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ), проводимости текущих нефтенасыщенных толщин, а также толщин глинистых перемычек между продуктивным пластом и его водоносной подошвой. Также в таблице представлен потенциал дебита нефти скважин после проведения в них РИР при идеальном проведении изоляционных работ и при сохранении прежнего забойного давления.

Карта источников обводнения скважин использована также при подборе объектов проведения РИР и работ по ПНП на западной среднедевонской залежи Возейского нефтяного месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». Данный весьма сложный объект разработки представлен пятью пластами песчаника, каждый из которых образует пластовую сводовую тектонически либо литологически экранированную залежь. В связи с поздним вводом на залежи системы ППД пластовое давление в первые годы эксплуатации упало ниже давления насыщения нефти газом, что способствовало раннему обводнению скважин подошвенными и контурными водами посредством ЗКЦ. Последующий ввод

системы ППД в условиях сниженного пластового давления привел к быстрому обводнению скважин закачиваемой водой. Все это и обусловило необходимость проведения на данном объекте разработки работ по борьбе с опережающим обводнением скважин.

Карта источников обводнения скважин данного объекта разработки (рис. 5) демонстрирует скважины, обводняющиеся за счет ЗКЦ, прорыва контурных вод, прорыва нагнетаемых вод по пласту или по водонасыщенной подошве, а также за счет вероятной негерметичности колонны. Карта также иллюстрирует направления движения закачиваемых вод по пласту от нагнетательных скважин к добывающим. Сплошными стрелками указано направление их движения по продуктивному пласту, а пунктирными – по водонасыщенной подошве пласта. Карта источников обводнения представлена совместно с картой остаточных нефтенасыщенных толщин анализируемого объекта разработки. Совместный анализ таких карт позволяет адресно подбирать на залежи нефти скважины, потенциальные для проведения РИР, работ по ОВП и ПНП.

Литература:

1. Куликов А.Н., Магзянов И.Р., Штинов В.А. Графоаналитическая методика диагностики обводнения нефтяных скважин // Нефтепромысловое дело. 2012. № 8. С. 11–17.
2. Куликов А.Н. Методика выбора скважин для проведения работ по ограничению водопритокков и восстановлению добывающего фонда // Нефтепромысловое дело. 2012. № 7. С. 19–23.
3. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. 365 с.
4. Куликов А.Н., Штинов В.А., Магзянов И.Р. и др. Способ выявления скважин, обводняющихся посредством заколонных перетоков воды: Патент № 2435028 РФ. 2011.
5. Chan K.S. Water Control Diagnostic Plots. Paper SPE 30755 presented at the Annual Technical Conference & Exhibition held in Dallas USA 22–26 October, 1995.
6. Куликов А.Н., Никишов В.И., Магзянов И.Р. и др. Способ разработки обводненной нефтяной залежи: Патент № 2318993 РФ. Заявитель и патентообладатель ЗАО «УфаНИПнефть». № 2006126258/03; заявл. 07.07.2006; опубл. 10.03.2008.
7. Дополнение к технологической схеме разработки Тарасовского месторождения. ООО «РН-УфаНИПнефть». 2014.

References:

1. Kulikov A.N., Marzyanov I.R., Shtinov V.A. Grafoanaliticheskaja metodika diagnostiki obvodnenija neftjanyh skvazhin [Semi-graphical technique of oil wells encroachment diagnosis]. *Neftpromyslovoe delo = Oil field business*, 2012, No. 8. P. 11–17.
2. Kulikov A.N. Metodika vybora skvazhin dlja provedenija rabot po ogranicheniju vodopritokkov i vosstanovleniju dobyvajushhego fonda [Methods of wells selection for works on water suppression and production well stock recovery]. *Neftpromyslovoe delo = Oil field business*, 2012, No. 7. P. 19–23.
3. Zheltov Yu.P. *Razrabotka neftjanyh mestorozhdenij* [Fields development]. Text book for universities. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow, Nedra Publishing House JSC, 1998. 365 pp.
4. Kulikov A.N., Shtinov V.A., Marzyanov I.R., et al. *Sposob vyjavlenija skvazhin, obvodnjajushhishja posredstvom zakolonnnyh peretokov vody* [Method of wells detection, encroached through the behind-the-casing flows]. Patent No. 2435028 RF 2011.
5. Chan K.S. Water Control Diagnostic Plots. Paper SPE 30755 presented at the Annual Technical Conference & Exhibition held in Dallas USA 22–26 October, 1995.
6. Kulikov A.N., Nikishov V.I., Marzyanov I.R., et al. *Sposob razrabotki obvodnennoj neftjanaj zalezhi* [Method of encroached oil deposit development]. Patent No. 2318993 RF. Applicant and patent holder Ufa NIPIneft CJSC No. 2006126258/03; applied on 07.07.2006; published on 10.03.2008.
7. *Dopolnenie k tehnologicheskoj sheme razrabotki Tarasovskogo mestorozhdenija* [Attachment to the Tarasovskoye field development process flow diagram]. RN-UfaNIPIneft LLC, 2014.