УДК 622.276.72

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ И УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ

THE USE OF TRACER TECHNIQUES FOR THE STUDY OF FILTRATION PROPERTIES OF RESERVOIRS AND CLARIFY THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF LAYERS

Егорова Юлия Левонтьевна
старший преподаватель,
Альметьевский государственный нефтяной институт
ulaegor@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение индикаторных методов для изучения фильтрационных свойств коллекторов и уточнения геологического строения пластов, а также установления гидродинамической связи между нагнетательными и добывающими скважинами на месторождении. Использование данного метода после осуществления методов повышения нефтеотдачи пластов позволяет оценить эффективность проведенных мероприятий, а также правильности выбора технологий ПНП.

Ключевые слова: индикатор, метод, фильтрация, свойства пластов, закачка, скважина, гидродинамическая связь.

Egorova Yulia Leontieva
Senior lecturer,
Almetyevsk state oil Institute
ulaegor@rambler.ru

Annotation. The article discusses the use of tracer techniques for the study of filtration properties of reservoirs and clarify the geological structure of the strata and establishment of hydrodynamic connection between the injection and production wells in the field. Using this method after the implementation of methods of enhanced oil recovery used to evaluate the effectiveness of activities undertaken, as well as the correct choice of technologies to improve oil recovery.

Keywords: indicator, method, filtration properties of reservoirs, the injection, well, connectivity.

В последнее время все чаще для контроля за разработкой нефтяных месторождений применяют индикаторный метод. Он является единственным прямым методом для исследования фильтрационных свойств пластов. Индикаторный метод позволяет установить преимущественное направление распределения потоков на исследуемом участке, выявить зоны наличия или нарушения гидродинамической связи между отдельными скважинами, участками, выше- и нижележащими пластами.

Индикаторные исследования позволяют определять каналы в пласте с аномально низким фильтрационным сопротивлением, они предназначены для количественной оценки параметров этих каналов:

– скорости фильтрации части закачиваемой воды;
– объема и проницаемости этих каналов;
– объема непроизводительно закачиваемой воды;
– преимущественные направления распределения трассера по простиранию и мощности пласта.

Данный вид исследований можно отнести к использованию нанотехнологий в нефтедобыче.

На опытных участках месторождений ПАО «Татнефть» проведено около 150 исследований фильтрационных свойств коллекторов индикаторными методами.

Индикаторный метод основан на введении в контрольную нагнетательную скважину заданного объема меченой жидкости, которая оттесняется к контрольным добывающим скважинам вытесняющим агентом. Одновременно из устья добывающих скважин начинают производить отбор проб. Отобранные пробы анализируются в лабораторных условиях для определения в них содержания индикатора. По результатам анализа строятся кривые зависимости изменения концентрации трассера в пробах от времени, прошедшего с начала закачки трассера для каждой контрольной добывающей скважины. В качестве контрольных нагнетательных скважин могут выступать и добывающие скважины, которые на момент исследования переводят под закачку трассера. В качестве трассеров при проведении исследования применяются водорастворимые химические реагенты: флуоресцеин натрия, динатриевая соль эозина, эритрозин, родамин, роданистый аммоний, натрий, карбамид, мочевина, нитрат натрия, аммония; тиокарбамид, динатрийфосфат и др.

На графиках (рис. 1–3) выхода индикатора из пласта с добываемой продукцией наблюдательных добывающих скважин на опытном участке видно, что закачанный в через контрольную нагнетательную скважину индикатор зарегистрирован в очень малых концентрациях. Степень разбавления от начального значения составляет одну часть индикатора на 106 частей попутно добываемой воды. Доля извлеченного из каждой наблюдательной добывающей скважины соответствует вкладу в обводненность продукции, закачиваемой в скважину воды.

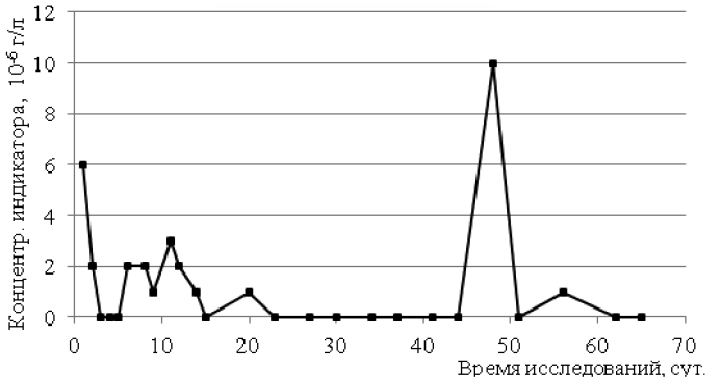

Рисунок 1 – График выхода индикатора с добываемой продукцией в контрольныой добывающей скважине, расположенной на расстоянии 550 м в восточном направлении от контрольной нагнетательной скважины

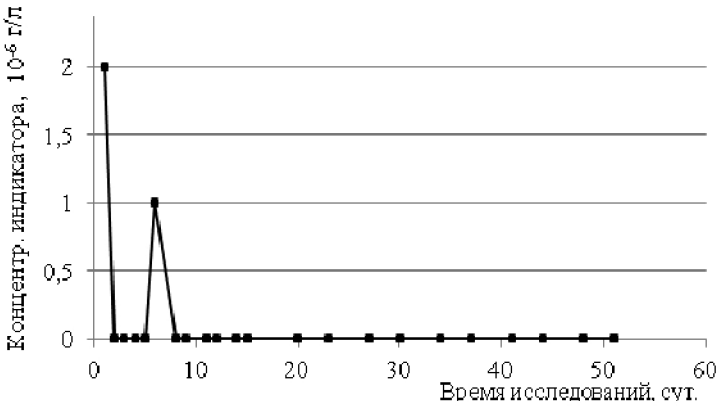

Рисунок 2 – График выхода индикатора с добываемой продукцией в контрольныой добывающей скважине, расположенной на расстоянии 500 м в юго-восточном направлении от контрольной нагнетательной скважины

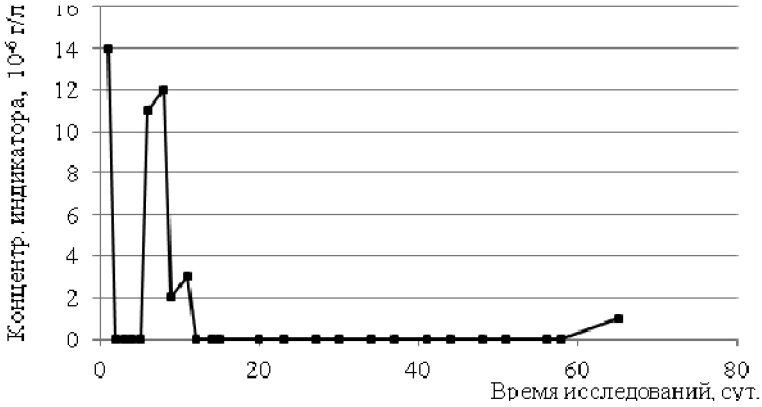

Рисунок 3 – График выхода индикатора с добываемой продукцией в контрольныой добывающей скважине, расположенной на расстоянии 1075 м в восточном направлении от контрольной нагнетательной скважины

На графиках (рис. 1–3) также видно, что поступление индикатора в скважины происходит отдельными порциями, что свидетельствует о его движении по открытым трещинам. Однако очень малая масса извлеченного индикатора показывает, что фильтрующаяся по этим трещинам жидкость, закачиваемая в контрольную нагнетательную скважину, не вносит существенного вклада в обводненность продукции наблюдательных добывающих скважин.

По времени и количеству регистрации индикатора в пробах продукции контрольных скважин определяются зоны низкого фильтрационного сопротивления (НФС), т.е. те пути фильтрации, по которым происходит движение воды с высокими (аномальными) скоростями. Эти фильтрационные каналы и влияют на степень обводненности продукции добывающих скважин. По количеству воды, которая фильтруется по каналам низкого фильтрационного сопротивления, делается оценка влияния

этих путей на степень обводнения продукции добывающих скважин и принимается решение о целесообразности изоляционных работ.

Кроме того, при достаточно большом выходе индикатора из пласта с попутно добываемой водой можно оценить коэффициент охвата пласта процессом заводнения. На поздней стадии разработки месторождения и вовлечения в разработку трудно извлекаемых запасов нефти карбонатных коллекторов индикаторный метод исследований с одновременным использованием нескольких «трассеров» является прямым, однозначным и высокоэффективным.

В данном случае возможно решение следующих задач:

– уточнение типа коллектора и геологического строения эксплуатационного объекта;

– определение степени гидродинамической связи между нагнетательной и добывающей скважинами и определение доли вклада в обводненность продукции;

– определение скорости фильтрации потоков в направлениях к контрольным добывающим скважинам и оценка распределения объемов закачиваемого агента между этими скважинами;

– количественная оценка объема пласта, охваченного активной фильтрацией воды, в пределах исследуемого участка;

– оценка изменения фильтрационных свойств коллектора на участках применения МУН;

– взаимовлияние смежных нагнетательных скважин;

– целенаправленное регулирование процесса заводнения нефтяной залежи;

– определение гидродинамической связи между объектами разработки, при ОРЭ и ОРЗ;

– количественная оценка распределения потоков закачиваемой воды при ОРЗ и определение преимущественного направления закачиваемой воды по объектам;

– определение влияния нагнетательных скважин на объекты разработки на участках ОРЗ и площадного заводнения;

– определения эффективности работы нагнетательных скважин при очаговом и избирательном заводнении с целью выявления непроизводительной закачки воды.

Результаты изучения фильтрационных свойств коллекторов индикаторными методами позволяют уточнять геолого-гидродинамические модели.

По результатам исследований можно выявить непроизводительную закачку воды в нагнетательные скважины и определить преимущественное движение воды в пласте.

На основании индикаторных методов исследований, проведенных после осуществления методов повышения нефтеотдачи пластов, можно судить об эффективности проведенных мероприятий на процесс заводнения, а также ответить на вопрос правильности выбора технологий ПНП и объема их применения.

Литература:

1. Методическое руководство по технологии проведения индикаторных исследований и интерпретации их результатов для регулирования и контроля процесса заводнения нефтяных залежей : РД 39-0147428-235-89 / СевКавНИПИнефть; рук. Соколовский Э.В., Зайцев В.И., Антонов Г.П. [и др.]. – Грозный, 1989. – 87 с.

2. Пат. 2451790. Российская Федерация. Способ определения направления фильтрации жидкости в пласте / Валиуллин Р.А., Шарафутдинов Р.Ф., Вильданов Р.Р., Мухамадиев Р.С., Зимовец А.М.; Опубликовано: 27.05.2012. Бюл. № 15.

3. Тренчиков, А.Ю. Проведение индикаторных исследований на нефтегазовых месторождениях / А.Ю.Тренчиков, Ю.И.Тренчиков // Нефтяное хозяйство. – 2011. – С. 74–77.

References:

1. The methodical guide to technology of carrying out indicator researches and interpretation of their results for regulation and control of process of flooding of oil pools: RD 39-0147428-235-89 / Sevkavnipineft; hands. Sokolovsky E.V., Zaytsev V.I., Antonov G.P. [etc.]. – Grozny, 1989. – 87 p.

2. Patent 2451790. Russian Federation. A way of definition of the direction of a filtration of liquid in Layer / Valiullin R.A., Sharafutdinov R.F., Vildanov R.R., Mukhamadiyev R.S., Zimovets A.M.; It is published: 5/27/2012. Bulletin No. 15.

3. Trenchikov A.Yu. Carrying out indicator researches on oil and gas fields / A.Yu. Trenchikov, Yu.I. Trenchikov // Oil economy. – 2011. – P. 74–77.