

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА ВЛИЯНИЯ ЗАКАЧКИ ВОДЫ НА ОТБОРЫ ПО НЕФТИ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ОРЕХОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Ф.Дягилев*, Н.К.Лазутин, В.Н.Бакшеев

Филиал Тюменского индустриального университета, Нижневартовск, Россия

Approbation of the Assessing Methodology for the Impact Nature of Water Injection on Oil Samples Using the Example of the North-Orekhovsky Field

V.F.Dyagilev, N.K.Lazutin, V.N.Baksheev.

Industrial University of Tyumen, Branch in Nizhnevartovsk, Russia

Abstract

This paper deals with the existing oilfield separation systems of water injection in accordance with the directions of formation water selections. The studies found that the practical value of evaluation technique of pumping effect is: the determination of effective compensation of formation water selections by means of injection into production and injection wells; the definition of injection wells which are not working on displacement and production wells which are getting not enough download; supplementing for identifying the wells with inflow water; the determination of layers with movable remaining recoverable reserves; the evaluation of the proportion of remaining recoverable reserves which are made additionally by the adjacent production wells.

Keywords:

Oil recovery;
Water injection in the directions of selections;
Recovery zone;
Residual water;
Dehydration.

© 2019 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Введение

В настоящее время происходящие изменения в области методики добычи нефти и газа обобщаются в работах отечественных исследователей [1-4]. Существующие нефтепромысловые системы разделения закачки воды по направлениям отборов основываются на методе, заключающемся в предположении, что вытесняющий агент распространяется равномерно, радиально от нагнетательной скважины. Объем приходящийся на добывающую скважину поступающей закачки определяется путем взвешивания закачки по соответствующему отбору жидкости или по степени корреляции двух динамик отбор-закачка.

Методика

Применяются корреляционные оценки взаимного влияния динамики закачки по методу Кэндела, Спирмена, ранговые корреляции, корреляционные отношения. При этом также предполагается, что закачка, получаемая добывающей скважиной от окружающих нагнетательных скважин всегда положительна. Данный подход позво-

ляет определить компенсацию отборов закачкой по нагнетательным скважинам в пределах т.н. ячеек заводнения, под которыми в данной работе понимается область заводнения, работающая под прокачку жидкости. Однако в нефтепромысловой практике нередки случаи неоднозначного характера влияния закачки в виду: особенностей распределения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), отсутствия гидродинамической связи между зоной закачки и ближайшей зоной отборов из-за наличия тектонических и литологических экранов, выклинивания коллекторов и т.д. В тоже время анализ результатов закачки трассерных жидкостей показывает наличие влияния закачки через два ряда отбирающих скважин и более, иногда при отсутствии влияния на ближайшие ряды по ряду направлений [5].

Недостатком подхода упрощенного распределения закачки являются искажения в распределении закачки вытесняющего агента, как следствие, - невозможность фиксации отсутствия влияния закачки, обратного характера влияния закачки (отрицательного), оценки эффективности действия заводнения. Поэтому, зачастую по очагам заводнения, не редки случаи превышения закачкой таких объемов (возможно по нескольким

*E-mail: kpw72@yandex.ru

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20190100378>

направлениям или одному), при которых возможна наиболее высокая нефтеотдача [6]. Особенно данное утверждение актуально при вытеснении в коллекторах с наклонным залеганием.

Актуальность решения задачи распределения закачки и оценки степени влияния на отборы нефти не вызывает сомнений. Основой предлагаемой методики является учет двух видов возмущающих факторов и оценка вектора влияния на входе (в зоне закачки) и на выходе (в зоне отбора). Характер токов, их скорость и направление обусловлены наложением задаваемой системы возмущений давлений закачка – отбор в полях начального пластового давления, мощностей и проницаемостей. Таким образом, допускаем, что отбор на фоне других факторов не всегда может быть обусловлен закачкой от одного из направлений и, наоборот, закачка далеко не всегда может действовать в одном из направлений на фоне других действующих.

Обсуждение результатов

Рассмотрим алгоритмы определения коэффициентов или весов соответствующего распределения закачки. В основе методики оценки характера и степени влияния закачки на отборы по жидкости (нефти) лежит один из методов многофакторного анализа - метод множественного линейного регрессионного анализа, посредством которого осуществляется анализ характера влияния закачки воды на отборы по нефти. Данный метод, наряду с методами теории распознавания образов, используется в различных областях нефтепромышленной практики в целях прогнозирования и представлен в литературе [7 - 10]. Суть метода заключается в нахождении линейной функции, описывающей равенство выходного показателя Y сумме произведений входных показателей X и их коэффициентов линейной регрессии

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

в результате ряда преобразований матриц наблюдений динамики технологических показателей соответствующих скважин.

Перед проведением процедуры расчетов по каждой скважине формируется матрица влияющих признаков X и единичная матрица выходного показателя Y . Рассмотрим алгоритмы расчетов параметров регрессионной модели a , b_r , R^2 и F значения.

Пусть для системы значений аргументов $X = x_{1r}, x_{2r}, x_{3r}, \dots, x_{nr}$ (где n - количество влияющих учетных факторов на технологическую эффективность, i – порядковый номер скважины) даны значения величины $Y = y_i$, \bar{x}_i – средние арифметические значения аргументов X .

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{1i}, \quad \bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{2i}, \quad \bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ki} \quad (2)$$

для оценки параметра « a » (свободного члена) будем иметь:

$$a \approx \alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \bar{y} \quad (3)$$

Чтобы записать выражение оценок коэффициентов b введем обозначение

$$l_{rs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ri} - \bar{x}_r)(x_{si} - \bar{x}_s), \quad (1 \leq r \leq s \leq k) \quad (4)$$

где l_{rs} - ковариация двух независимых столбцов параметров x

$$l_{rr} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ri} - \bar{x}_r)^2 \quad (5)$$

Кроме того, пусть

$$l_{os} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_{si} - \bar{x}_s) \quad (6)$$

и

$$L = \begin{vmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & l_{1k} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} & l_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ l_{k1} & l_{k2} & l_{k3} & l_{kk} \end{vmatrix} \quad (7)$$

L'_s - обозначает определитель, получающийся из L путем замены s -го столбца столбцом из членов $l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{0k}$. Тогда оценка коэффициента b производится

$$b \approx b_s = L'_s / L \quad (8)$$

Поскольку в определитель L'_s , кроме ковариации l_{os} при данном регрессоре вносят вклад все остальные признаки без исключения, полученная оценка b_s характеризует коэффициент влияния данного параметра на величину Y с учетом его взаимодействия с другими факторами.

Достоверность модели оценивали по критериям

Для оценки степени корреляции существуют специальные расчеты, которые демонстрируют наличие взаимосвязи между фактическими и расчетными значениями, используя коэффициент корреляции - R^2 . Коэффициент R^2 рассчитывается по формуле [11, 12]:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{pac} - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (9)$$

где: Y_{pac} - расчетное значение выходного параметра, Y_i - его фактическое значение, \bar{Y} - математическое ожидание.

Коэффициент корреляции показывает насколько фактические значения отличаются от расчетных. Если R^2 стремится к 1 - значит, отклонения расчетных значений от математического ожидания приближаются к отклонениям фактических значений от математического ожидания, т.е. имеется полная корреляция между расчетным и фактическим Y . Если значение R^2 стремится к 0, то имеется сильное различие между расчетным и фактическим значением Y .

Для оценки степени значимости влияния переменных на каждую из величин Y используется F - статистика, которая показывает, является ли такая взаимосвязь случайной или нет. Значение критерия Фишера (F -значение) рассчитывается

по формуле [13]:

$$F = \frac{n-p-1}{p} \cdot \frac{R^2}{1-R^2} \quad (10)$$

где: n - число наблюдений, p - число независимых переменных, R^2 - коэффициент корреляции. Полученные значения F сравниваются с табличным значением, которое подбиралось со степенями свободы: $(n - p - 1)$, при вероятности ошибки $\alpha=0.05$ или уровне значимости $1 - \alpha$. Если расчетные значения F превышают табличные, то нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи отклоняется, т.е. связь между X и Y не является случайной.

Исследования по анализу характера влияния закачки по данной методике, проведенные ранее [14, 15] показали, что величины R^2 и F часто бывают тесно связаны с устанавливаемыми объемами закачки и числом окружающих влияющих скважин (регрессоров), т.е. в периоды увеличения объемов закачки может отмечаться увеличение значений R^2 . В случаях, когда число регрессоров (окружающих нагнетательных скважин) становится соизмеримым с числом наблюдений, которое не должно быть меньше 25, отмечается снижение значений критерия Фишера. Поэтому в методике предполагается только учет оценок взвешенного характера влияния b моделей.

Перейдем к рассмотрению вектора влияния закачки воды на отборы по жидкости (нефти). Как уже упоминалось ранее, методика предполагает проверку вектора тока на входе и на выходе. При распределении векторов закачки по направлениям отборов (вход) мы предполагаем наличие интерференции добывающих скважин. При распределении отбора жидкости от соответствующих ближайших направлений закачки (выход) мы предполагаем интерференцию нагнетательных скважин. Поэтому имеем две системы входных X и выходных Y факторов, которыми являются ряды динамики технологических показателей работы скважин. Схемы формирования матриц для двух случаев «вход» и «выход» представлены на рисунках 1, 2 карт, взятых из проектных документов [16].

В соответствии с принятой выше терминологией формирования матриц для двух случаев «вход» и «выход» в первом случае имеем две системы входных X и выходных Y факторов, где в качестве входных (влияющих) параметров принимаются ряды

данных отборов по нефти и жидкости окружения нагнетательной скважины, а в качестве зависящего от них параметра динамику закачки нагнетательной скважины. Во втором случае в качестве входных (влияющих) параметров принимаются ряды данных закачки окружения, а в качестве зависящего от них параметра отборы по нефти и жидкости.

В результате по первому случаю имеем:

Для каждой нагнетательной скважины применяем систему матричных преобразований $2 - 8$, при этом объем закачанной воды по направлениям распределяется в соответствии со степенью

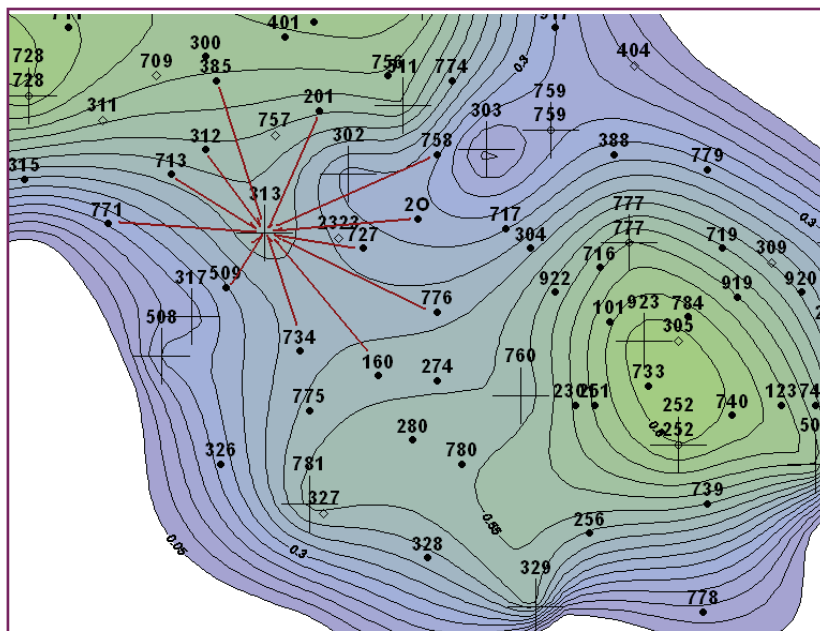


Рис.1. Принцип выбора влияющих X и зависимого Y параметров в случае рассмотрения интерференции добывающих скважин

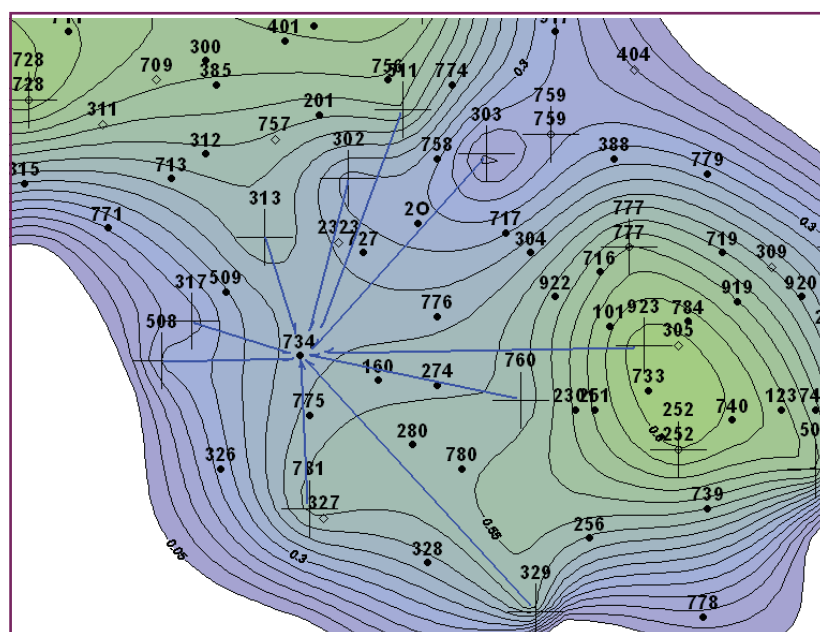


Рис.2. Принцип выбора влияющих X и зависимого Y параметров в случае рассмотрения интерференции добывающих скважин

влияния на отборы:

$$Q_{закj} = b_1 Q_{ж1} + b_i Q_{жi} + \dots + b_n Q_{жn}$$

где j – номер нагнетательной скважины, а i – порядковый номер добывающей скважины.

Поскольку для каждой из добывающих и нагнетательных скважин должен сохраняться баланс между закачкой и суммой долей отборов, можем определить, сколько доли отборов (по степени влияния) пришло от каждого из направлений закачки для отбирающей скважины. Для этого суммируем все потоки на входе из моделей (нагнетательных скважин), в которых встречается данная добывающая скважина.

$$Q_{зак.д.скв.} = \sum b_i Q_{жи} \quad (11)$$

Компенсация отборов закачкой для добывающей скважины будет отношением суммарной закачки от всех направлений по скважине к фактическому отбору жидкости.

Компенсация отборов закачкой для добывающей скважины будет равна:

$$Q_{зак.д.скв.} / Q_{ж.д.скв.} \quad \text{или} \quad \sum b_i Q_{жи} / Q_{ж.д.скв.}$$

При этом слагаемое произведение в уравнении баланса закачки и отборов $b_i Q_{жи}$ – есть объем тока закачки (жидкости) на входе в направлении соответствующей добывающей скважины.

Аналогичным способом находим объем жидкости, вытесненный окружающими нагнетательными скважинами по соответствующей добывающей скважине (на выходе). Для этого суммируем все доли тока на выходе из моделей, в которых встречается данная нагнетательная скважина.

$$Q_{жнагн.скв.j} = \sum b_j Q_{закj} \quad (12)$$

Компенсация отборов закачкой по очагу закачки будет отношением фактической закачки по скважине к суммарному объему ее токов на выходе (от соответствующих реагирующих скважин).

Компенсация отборов закачкой для нагнетательной скважины будет:

$$Q_{зак} / Q_{жнагн.скв.} \quad (13)$$

При этом слагаемое произведение в уравнении баланса отбора и закачек $b_j Q_{закj}$ – есть объем тока жидкости на выходе от направления соответствующей нагнетательной скважины.

В результате применения данной методики можно определить компенсацию отборов закачкой не только по нагнетательным скважинам, но и по добывающим. Зная объем превышения закачкой оптимальных значений можно определить скважины, по которым закачка чрезмерно высока или, напротив, недостаточна [17].

Данные об объемах на входе и на выходе для каждого из действующих направлений позволяют оценить характер движения жидкости в пласте, а также наличие или отсутствие гидро-

динамической связи по направлению. В таблице 1 представлена интерпретация соотношения векторов тока по жидкости на входе и на выходе.

Результаты проводимых расчетов с наложением всех существующих связей показывают следующее. В ряде случаев положительный ток (по знаку) на выходе при отрицательном токе на входе случается при пересечении направления данного тока другими прямыми (одинаковый знак на входе и выходе) большими по объему тока векторами подтока или оттока. Предполагается, что данная часть потока, является отголоском преимущественного дренирования в других, секущих направлениях и случайным вовлечением подвижных запасов, контролируемых соседними добывающими скважинами. В ряде случаев отсутствие связи может быть связано с особенностями геологического строения, наличием зон пониженной проницаемости и т.д. Зная о наличии контроля текущих извлекаемых запасов скважин прямыми или случайными токами можно выявлять такие скважины, для которых подток запасов является следствием преимущественного подтока таковых к другим скважинам. Данная категория скважин возможна к переводу на другие объекты или ликвидации [18 - 20].

Информация о характере подтока позволяет делать выводы о состоянии остаточных извлекаемых и балансовых запасов нефти скважины в направлении тока. Так извлекаемые запасы всегда обусловлены прямым (положительный вектор по нефти на входе и выходе) подтоком. Не извлекаемые подвижные запасы обусловлены прямым оттоком либо в направлении других добывающих скважин, либо в направлении нагнетательных скважин. Наличие прямых секущих векторов с большим вектором тока может объяснять отток не извлекаемых запасов для скважины благодаря подтоку в другие зоны [21, 22].

Прямой отток по нефти от добывающей скважины к нагнетательной часто дублируется сохранением данного вектора в продолжении рассматриваемого направления в обе стороны (к другим скважинам). Это подтверждает наличие отрицательного влияния на добычу нагнетательными скважинами по некоторым направлениям.

На рисунке 3 можно наблюдать проявление обратного характера влияния закачки для ряда направлений, дублируемого прямым положительным продолжением по противоположному направлению [23, 24]. На представленном рисунке можно отметить некоторые пары:

165 (нагн.) - 179 (доб.) и 179 (доб.) – 192 (нагн.);
135 (нагн.) - 149 (доб.) и 149 (доб.) – 165 (нагн.);
200 (нагн.) - 149 (доб.) и 149 (доб.) – 108 (нагн.);
157 (нагн.) - 261 (доб.) и 261 (доб.) – 251 (нагн.).

Следствием ряда несоответствий по суммарному балансу закачки на входе и отборов на выходе для нагнетательных скважин является утечка воды под залежь или за контур, для добывающих

Таблица 1

Интерпретация соотношения векторов тока по жидкости на входе и на выходе по данным анализа влияния закачки

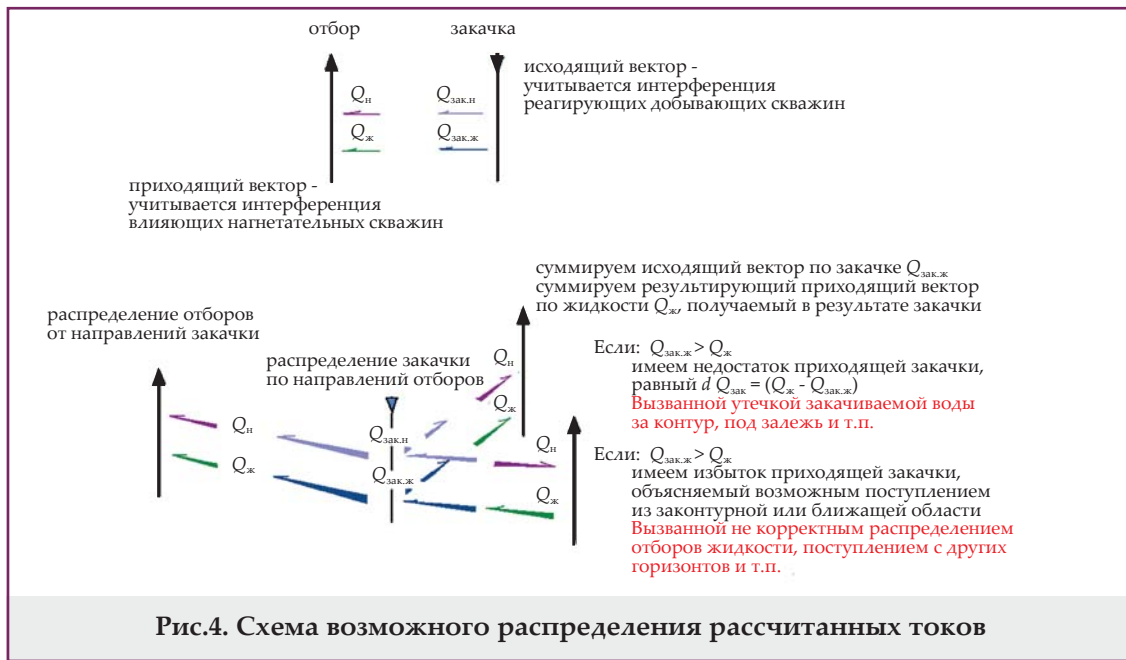
Характер влияния по зоне:	Вид интерференции:	Вектор множественного коэффициента определяется направлением закачки воды и отбором нефти			
Влияние отборов на закачку (вход)	интерференция добывающих скважин	+	-	-	+
Влияние закачки на отборы (выход)	интерференция нагнетательных скважин	+	-	+	-
Вид тока		Подток в результате прямого влияния	Отток в результате прямого влияния	Подток не объясняемый закачкой, возможно в результате сложения ближайших векторов	Отток не объясняемый закачкой
Состояние текущих запасов нефти по направлению тока		Преимущественно извлекаемые запасы	Не задействованные геологические запасы	Частично извлекаемые запасы, добываемые ближайшими скважинами	Возможно отсутствие гидродинамической связи или изоляция запасов

Таблица 2

Интерпретация характера подтока по соотношению векторов влияния закачки

Подток по нефти		Подток по жидкости		Характеристика направления дренирования
вход	выход	вход	выход	
+	+	+	+	адекватный подток
-	-	-	-	адекватный отток
+	-	+	+	опережающий прорыв воды
-	-	+	+	не эффективное дренирование
-	+	-	+	подток под влиянием других токов
-	+	+	+	донасыщение нефтью





скважин – поступление воды из других пластов (заколонные перетоки), не корректным разделением отборов по горизонтам.

Для определения несоответствия баланса по нагнетательной скважине суммируем исходящий вектор по закачке (вход), идущий на вытеснение жидкости по всем направлениям $Q_{зак.-ж.и}$ всех скважин и суммируем результирующий входящий вектор по жидкости $Q_{ж.д.с.ж}$ получаемый добывающими скважинами.

Если количество закачиваемой жидкости $\sum Q_{зак.-ж.и} > \sum Q_{ж.д.с.ж} (\pm 20\%)$, то имеем недостаток входящей закачки равный $dQ_{зак.-ж} = \sum Q_{ж.д.с.ж} - \sum Q_{зак.-ж.и}$ вызванный возможной утечкой закачки воды за колонну, за контур (если краевая зона) и т.д. В данном случае необходимо наметить исследования по выявлению причины утечки.

Если $\sum Q_{зак.-ж.и} < \sum Q_{ж.д.с.ж} (\pm 20\%)$ имеем избыток входящей закачки, вызванный возможной форсировкой отборов по жидкости, поступлением дополнительных объемов воды из законтурных или не учтенных областей. Впрочем, данный случай может быть следствием не корректного распределения отборов.

В таблице 3 рассмотрены возможные варианты несоответствий балансов токов для добывающих и нагнетательных скважин.

На рисунке 5 представлен пример соотношения вариантов токов по нефти на входе и выходе, определенных по предложенной методике. Поскольку положение остаточных (текущих) извлекаемых запасов при организации системы заводнения обусловлено положительным характером влияния закачки на выходе, можно

Таблица 3		
Характеристики добывающих и нагнетательных скважин, выявляемые по данным суммирования векторных объемов на входе и на выходе		
Соотношение суммарных векторных объемов	Скважина	Характеристика скважины, возможные рекомендации
$\sum Q_{зак.-ж.и} > \sum Q_{ж.д.с.ж}$	Добывающая	Зоны со слабой гидродинамической связью, либо недостаток притока из-за ухудшения ФЕС. Возможно ОПЗ, ГРП.
	Нагнетательная	Возможная утечка воды за контур или под залежь, заколонные потери.
$\sum Q_{зак.-ж.и} < \sum Q_{ж.д.с.ж}$	Добывающая	Возможно не корректное распределение отборов, вероятный подток с других горизонтов. Более интенсивное влияние законтурной зоны (д.б.падение $P_{пл}$).
	Нагнетательная	Слабое влияние закачки. Возможно увеличение закачки воды или повышение ФЕС по перспективным направлениям.

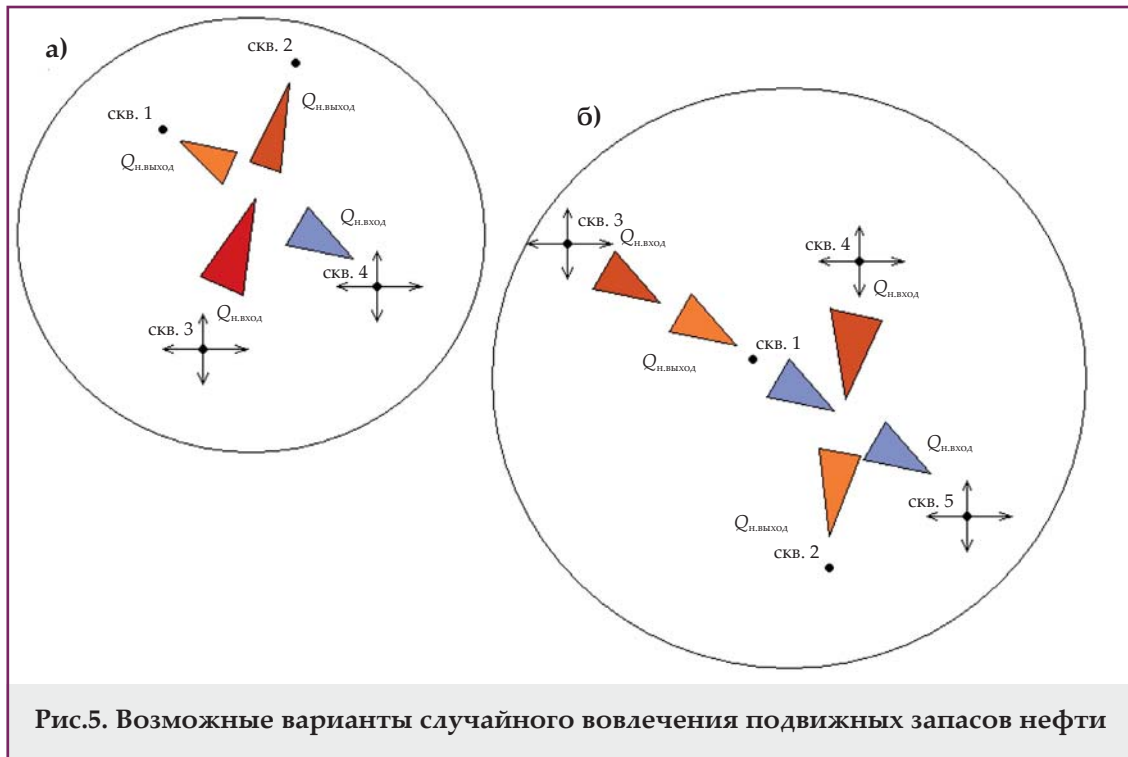


Рис.5. Возможные варианты случайного вовлечения подвижных запасов нефти

Соотношение остаточных запасов по направлениям влияния закачки						
Направление влияния	$Q_{н.вход}$	$Q_{н.выход}$	Характер подтока	Определяем коэффициент $K_i = \frac{Q_{н.вых.и}}{\sum Q_{н.вых}}$	Находим остаточные извлекаемые запасы по направлению $Q_{ост.и} = Q_{ост.} \cdot K_i$	Наличие прямого секущего вектора подтока
Нагнетательная скважина 1	$+Q_{н1}$	$+Q_{н1}$	Прямой подток	K_1	$Q_{ост.1}$	-
Нагнетательная скважина 2	$+Q_{н2}$	$+Q_{н2}$	Прямой подток	K_2	$Q_{ост.2}$	-
Нагнетательная скважина 3	$-Q_{н3}$	$+Q_{н3}$	Прямой подток	K_3	$Q_{ост.3}$	+
Нагнетательная скважина 4	$-Q_{н4}$	$+Q_{н4}$	Случайный подток	K_4	$Q_{ост.4}$	+
Нагнетательная скважина 5	$-Q_{н5}$	$+Q_{н5}$	Случайный подток	K_5	$Q_{ост.5}$	+

Таблица 4

оценить соответствие подтока запасов влиянию закачки. Показано два варианта вовлечения подвижных запасов.

Вариант а) – скв.1 вовлекает с не влияющего по закачке направления скв.4-скв.1 часть подвижных запасов, движущихся благодаря прямому подтоку с пересекающего направления скв.3-скв.2. Т.е. вектор скв.3-скв.2 случайно формирует положительный вектор для скв.1 и в случае остановки скв.1 доберет подвижные извлекаемые запасы с данного направления.

Вариант б) – скв.2 задействует не извлекаемые для скв.1 запасы благодаря прямому (как

показано на рисунке) или случайному подтоку. Другими словами вектор скв.1-скв.5 может формировать положительный вектор для скв.2. Представленные варианты объясняют возможность подтока по, казалось бы, не действующему направлению благодаря действию дополнительных факторов.

Задача определения целесообразности эксплуатации добывающих скважин в случаях с высокой обводненностью сводится к выявлению доли остаточных извлекаемых запасов, образуемых для скважины-кандидата не случайными подтоками в смежных зонах отборов.

Выводы и рекомендации

Практической ценностью методики оценки характера влияния закачки является:

- определение компенсации отборов закачкой по добывающим и нагнетательным скважинам;
- определение результативной компенсации отборов закачкой по добывающим и нагнетательным скважинам;
- определение нагнетательных скважин, не работающих на вытеснение и добывающих скважин, не дополучающих закачку;
- дополнение к выявлению скважин с заколонным поступлением воды;
- определение зон концентрации подвижных остаточных извлекаемых запасов;
- определение доли остаточных извлекаемых запасов, добываемых соседними добывающими скважинами.

Литература

1. Михайлов, В. Г., Пономарев, А. И., Топольников, А. С. (2017). Прогнозирование газового фактора с учетом растворенного в воде газа на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений. *SOCAR Proceedings*, 3, 41-48.
2. Салимова, С. Г. (2017). Обобщающая методика к детальному анализу фондоотдачи по скважинам нефтегазодобывающего предприятия. *SOCAR Proceedings*, 3, 58-63.
3. Прахова, М. Ю., Краснов, А. Н., Хорошавина, Е. А. (2016). Способ диагностирования обводненности газовых скважин. *SOCAR Proceedings*, 3, 19-26.
4. Мухаметшин, В. В., Андреев, В. Е., Дубинский, Г. С. и др. (2016). Использование принципов системного геолого-технологического прогнозирования при обосновании методов воздействия на пласт. *SOCAR Proceedings*, 3, 46-51.
5. Вайншток, С. М., Калинин, В. В., Некрасов, В. И. (1999). Повышение эффективности разработки месторождений Когалымского региона. *Москва: Академия горных наук*.
6. Максимов, М. И. (1975). Геологические основы разработки нефтяных месторождений. *Москва: Недра*.
7. Токарев, М. А. (1990). Комплексный геолого-промышленный контроль за текущей нефтеотдачей при вытеснении нефти водой. *Москва: Недра*.
8. Мирзаджанзаде, А. Х., Степанова, Г. С. (1977). Математическая теория в добыче нефти и газа. *Москва: Недра*.
9. Каждан, А. Б., Гуськов, О. И. (1990). Математические методы в геологии. *Москва: Недра*.
10. Арабаджи, М. С., Бакиров, Э. А., Мильничук, В. С., Сениуков, Р. В. (1984). Математические методы и ЭВМ в поисково-разведочных работах. *Москва: Недра*.
11. Деметьев, Л. Ф. (1966). Статистические методы обработки и анализа промыслово-геологических данных. *Москва: Недра*.
12. Смирнов, Н. В., Дунин-Барковский, И. В. (1965). Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. *Москва: Наука*.
13. Рао, С. Р. (1968). Линейные статистические методы и их применение. *Москва: Наука*.
14. Габитов, Г. Х., Андреев, В. Е., Каримов, Р. М. (2005). Многомерный статистический анализ с целью оптимизации комплексных обработок призабойной зоны пласта и прогноза их эффективности для месторождений НГДУ «Краснохолмскнефть». *Нефтепромышленное дело*, 4, 34-40.

References

1. Mikhaylov, V. G., Ponomarev, A. I., & Topolnikov, A. S. (2017). Prediction of gas factor taking into account gas dissolved in the water at late stages development of oil fields. *SOCAR Proceedings*, 3, 41-48.
2. Salimova, S. G. (2017). Corporate methodology to the detailed analysis of capital productivity ratio for wells of the oil-gas production enterprise. *SOCAR Proceedings*, 3, 58-63.
3. Prakhova, M. Yu., Krasnov, A. N., Khoroshavina, E. A. (2016). Method of diagnosing watering gas wells. *SOCAR Proceedings*, 3, 19-26.
4. Mukhametshin, V. V., Andreev, V. Ye., Dubinsky, G. S., et al. (2016). The usage of principles of system geological-technological forecasting in the justification of the recovery methods. *SOCAR Proceedings*, 3, 46-51.
5. Vainshtok, S. M., Kalinin, V. V., & Nekrasov, V. I. (1999). Improving the deposits development efficiency in the Kogalym region. *Moscow: Academy of Mining Sciences*.
6. Maksimov, M. I. (1975). Geological basis of oil field development. *Moscow: Nedra*.
7. Tokarev, M. A. (1990). Integrated geological and industrial controls the current oil recovery in the displacement of oil by water. *Moscow: Nedra*.
8. Mirzadjanzade, A. Kh., & Stepanova, G. S. (1977). Mathematical theory in oil and gas production. *Moscow: Nedra*.
9. Kazhdan, A. B. & Guskov, O. I. (1990). Mathematical methods in geology. *Moscow: Nedra*.
10. Arabadji, M. S., Bakirov, E. A., Melnychuk, V. S., & Senyukov, R. V. (1984). Mathematical methods and computers in search and exploration. *Moscow: Nedra*.
11. Dementiev, L. F. (1966). Statistical methods of field-geological data processing and analysis. *Moscow: Nedra*.
12. Smirnov, N. V., & Dunin-Borkovskiy, I. V. (1965). Course of the probability theory and mathematical statistics. *Moscow: Nauka*.
13. Rao, S. R. (1968). Linear statistical methods and their application. *Moscow: Nauka*.
14. Gabitov, G. H., Andreev, V. E., & Karimov, R. M. (2005). Multivariate statistical analysis for the optimization purpose of bottom-hole formation zone complex processing and prediction of their efficiency for the PU "Krasnokholmskneft" fields. *Oilfield Engineering*, 4, 34-40.

15. Зейгман, Ю. В., Гумеров, О. А., Каримов, Р. М., Шамаев, Г. А. (2010). Гидродинамические методы регулирования разработки нефтяных месторождений. Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы разработки нефтегазовых месторождений на поздних стадиях. Технологии. Оборудование. Безопасность. Экология». Уфа: УГНТУ.
16. Анализ выполнения проектных показателей за 2012 г. и разработка мероприятий по реализации проектных решений на 2013 г. по ОАО «СН-МНГ». Том 14. Отчет по НИР. Нижневартовск, 2013.
17. Ефимов, Н. К. (2011). Технологии ОВП в нефтяных скважинах и пути повышения эффективности РИР. *Инженерная практика*, 7, 2-17.
18. Хавкин, А. Я. (1994). Физико-химические технологии повышения нефтеотдачи низкопроницаемых пластов. *Нефтяное хозяйство*, 8, 31-34.
19. Левицкий, В. И., Митрофанов, А. Д. (1998). Изоляция обводненных интервалов продуктивного пласта АВ4.5 Самотлорского месторождения вязкоупругими системами. Тюмень: ОАО СибИНКОР.
20. Каримов, Р. М., Галиев, В. Ф., Идрисов, М. Д. (2001). Анализ эффективности выработки запасов участка ООО СП «Ватойл» Ват'еганского месторождения с использованием геолого-статистического моделирования по признакам геологической неоднородности. Материалы I научно-практической конференции «Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности». Когалым: КогалымНИПИнефть.
21. Старковский, А. В. (2011). Комплексное применение физико-химических технологий воздействия для увеличения нефтеотдачи пластов. *Нефтяное хозяйство*, 5, 88-90.
22. Нугайбеков, Р. А., Чибисов, А. В., Каримов, Р. М. (2003). Перспективные направления довыработки остаточных запасов Ново-Елховского месторождения. Сборник научных трудов «Методы увеличения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов. Проблемы и решения». Выпуск IV. Уфа: НИИнефтеотдача.
23. Вайншток, С. М., Хайрединов, Н. Ш., Андреев, В. Е. (1999). Геолого-технологические особенности разработки месторождений Когалымского региона с применением методов увеличения нефтеотдачи. Уфа: УГНТУ.
24. Каримов, Р. М. (2006). Принципы оперативного регулирования выработки запасов на разных стадиях с использованием процедур регрессионного анализа и комплексных переменных. VI Российский форум 24-27 октября 2006 г. Материалы научно-практической конференции «Энергоэффективность. Проблемы и решения». Уфа.
15. Zeygman, Ū. V., Gumerov, O. A., Karimov, R. M., Šamaev, G. A. (2010). Hidrodinamičeskie metody regulirovaniâ razrabotki nefťanyh mestoroždenij. Materialy naučno-praktičeskoj konferencii «Aktual'nye voprosy razrabotki neftegazovyh mestoroždenij na pozdnih stadiâh. Tehnologii. Oborudovanie. Bezopasnost'. Èkologiâ». Ufa: UGNTU.
16. Analysis of the implementation of project indicators for 2012 and development of measures for the implementation of project solutions for 2013 for JSC «SN-MNG». Vol. 14. Scientific research reports. Nizhnevartovsk, 2013.
17. Efimov, N. K. (2011). Tehnologii OVP v nefťanyh skvažinah i puti povyšeniâ èffektivnosti RIR. *Inženernaâ praktika*, 7, 2-17.
18. Khavkin, A. I. (1994). Physico-chemical technologies for low-permeable layers enhanced oil recovery. *Oil Industry*, 8, 31-34.
19. Levitsky, V. I. & Mitrophanov, A. D. (1998). Isolation of watered intervals of productive formation AB4.5 Samotlor field viscoelastic systems. *Tyumen: JSC SibINKOR*.
20. Karimov, R. M., Galiev, V. F., & Idrisov, M. D. (2001). Analiz èffektivnosti vyrabotki zapasov učastka ООО SP «Vatojl» Vat'eganskogo mestoroždeniâ s ispol'zovaniem geologo-statističeskogo modelirovaniâ po priznakam geologičeskoj neodnorodnosti. Materialy I naučno-praktičeskoj konferencii «Problemy neftegazovogo kompleksa Zapadnoj Sibiri i puti povyšeniâ ego èffektivnosti». *Kogalym: KogalymNIPIneft'*.
21. Starkovsky, A. V. (2011). An integrated use of physical-chemical impact technologies for the enhanced oil recovery. *Oil Industry*, 5, 88-90.
22. Nugajbekov, R. A., Čibisov, A. V., Karimov, R. M. (2003). Perspektivnyye napravleniâ dovyrabotki ostatočnyh zapasov Novo-Elhovskogo mestoroždeniâ. Sbornik naučnyh trudov «Metody uveličeniâ nefteotdača trudnoizvlekaemyh zapasov. Problemy i rešeniâ». Vypusk IV. Ufa: NIInefteotdača.
23. Vainstock, S. M., Khayredinov, N. Sh., & Andreev, V. E. (1999). Geological and technological features of the deposits development of the Kogalym region using of increasing oil recovery methods. Ufa: USPTU.
24. Karimov, R. M. (2006). Principy operativnogo regulirovaniâ vyrabotki zapasov na raznyh stadiâh s ispol'zovaniem procedur regressionnogo analiza i kompleksnyh peremennyh. VI Rossijskij forum 24-27 oktâbrâ 2006 g. Materialy naučno-praktičeskaâ konferencii «Ènergoèffektivnost'. Problemy i rešeniâ». Ufa.

Апробация методики оценки характера влияния закачки воды на отборы по нефти на примере Северо-Ореховского месторождения

В.Ф.Дягилев, Н.К.Лазутин, В.Н.Бакшеев
Филиал Тюменского индустриального университета,
Нижевартовск, Россия

Реферат

В статье рассматриваются существующие нефтепромысловые системы разделения закачки воды по направлениям отборов. В результате проведенных исследований установлено, что практической ценностью методики оценки характера влияния закачки является: определение результативной компенсации отборов закачкой по добывающим и нагнетательным скважинам; определение нагнетательных скважин, не работающих на вытеснение и добывающих скважин, не получающих закачку; дополнение к выявлению скважин с заколонным поступлением воды; определение зон концентрации подвижных остаточных извлекаемых запасов; определение доли остаточных извлекаемых запасов, добываемых соседними добывающими скважинами.

Ключевые слова: нефтеотдача; закачка воды по направлениям отборов; зона отборов; остаточная вода; обезвоживание.

Şimali-Orexovski yatağı timsalında suvurmanın neft hasilatına təsirinin qiymətləndirilməsi metodikasının aprobeşiyası

V.F.Dyaqilev, N.K.Lazutin, V.N.Bakşeev
Tümen Sənaye Universiteti, Nijnevartovsk ş. filialı, Rusiya

Xülasə

Məqalədə istiqamətlər üzrə suvurmanın bölünməsinin mövcud neft-mədən sistemlərinə baxılır. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, suvurmanın təsirinin qiymətləndirilməsi metodikasının praktiki əhəmiyyəti bunlardır: hasilat və vurucu quyular üzrə suvurma ilə hasilatın cari və yekun kompensasiyasının qiymətinin müəyyən edilməsi; sıxışdırmaya təsir etməyən suvurucu quyuların və suvurmanın təsirini tələb olunan səviyyədə almayan hasilat quyularının təyin edilməsi; kəmərxasından su daxil olan quyuların təyin edilməsinə kömək edir; çəvik çıxarılabilən qalıq ehtiyatların məskunlaşma zonasının təyini, qonşu hasilat quyuları ilə hasil edilən qalıq çıxarılabilən ehtiyatların payının təyini

Açar sözlər: neftverimi; istiqamətlər üzrə suvurma, hasilat zonası; qalıq su; su təzahürlərinin qarşısının alınması.