

**УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАЛЕЖИ УГЛЕВОДОРОДОВ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТРАССЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН)**

О-Делик Н.Т.

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Неотъемлемой частью процесса проектирования разработки нефтяных и газовых месторождений является построение их геолого-гидродинамической модели, которая позволяет получить максимально точную информацию о структуре и свойствах коллектора, а также оценить потенциальные риски и возможности для эффективного извлечения углеводородов. Тем не менее, при ее создании существует вероятность недоучета сложности геологического строения и неоднородности фильтрационно-ёмкостных свойств коллекторов, что может в дальнейшем негативно сказаться на прогнозных технологических и экономических показателях разработки месторождения. В связи с этим важное значение приобретает процесс уточнения строения месторождения в процессе разработки с привлечением как промысловых, так и лабораторных данных.

В настоящее время наряду с геофизическими, петрофизическими, гидродинамическими и другими методами исследования пластов широко используются трассерные (индикаторные) методы. Одним из видов трассерных исследований является метод IWTT (Inter-Well Tracer Test), основанный на закачке трассеров (меченых индикаторами жидкостей) в исследуемые пласты через нагнетательные скважины и дальнейшей их регистрации в соседних эксплуатационных (реагирующих) скважинах. Основным преимуществом метода является возможность охарактеризовать свойства пласта в межскважинном пространстве [3, 4].

Целью работы является уточнение геолого-гидродинамической модели залежи углеводородов по результатам геологической интерпретации данных трассерных исследований.

Объектами изучения являются продуктивные горизонты М-II-1 и М-II-3 неокомского возраста месторождений X и Y, расположенных на территории Республики Казахстан.

В тектоническом отношении оба месторождения расположены в прогибе Арысском Южно-Торгайской впадины (Туранская плита); в нефтегазогеологическом – в Южно-Торгайской нефтегазоносной области, находящейся в северо-западной части Центрально-Казахстанской нефтегазоносной провинции. Разрез месторождений слагают породы фундамента палеозойского возраста и отложения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Промышленная нефтегазоносность связана с меловыми и юрскими отложениями.

В литолого-стратиграфическом отношении горизонты М-II-1 и М-II-3 приурочены к арысскому стратиграфическому горизонту (Kincag), сложенному в верхней части алевритистыми глинами, в нижней части – переслаиванием глин, алевролитов, средне-мелкозернистых песчаников и гравелитов.

Горизонты М-II-1 и М-II-3 характеризуются крайне неравномерным распространением пород-коллекторов по площади и по разрезу, что приводит к анизотропии фильтрационно-ёмкостных параметров. В связи с этим оценить характеристики пластов в межскважинном пространстве затруднительно.

Трассерные исследования на месторождениях X и Y проводятся почти ежегодно в течение последних десяти лет. В настоящей работе проанализируем результаты исследований 2017, 2021 и 2023 гг.

На месторождении X трассерные исследования на горизонт М-II-1 проводились в 2021 г. и переинтерпретировались [2, 1] в 2023 г. в связи с поступлением новых данных. По результатам 2021 г. выход индикатора, закачанного в скважину №1X, был получен только по трем из 13 выбранных реагирующих скважин в ближайшем окружении.

Выход индикатора, согласно имеющейся на тот момент литолого-фациальной карте, был получен только в скважинах, расположенных в зоне распространения русловых песчаников, обладающих, как правило, лучшими ФЕС (рис. 1, А). Следовательно, был сделан вывод, что фильтрация меченой жидкости происходила вдоль оси простирания речных палеорусел и береговых валов. Однако выход индикатора по скважине №8, расположенной в области распространения глин, не укладывался в рамки предложенной теории, в связи с чем было предложено уточнить геологическое строение пласта в районе этой скважины.

В 2023 г. была получена новая уточненная литолого-фациальная карта, согласно которой скважина №8 расположена уже в зоне распространения песчаников, что вполне объясняет выход по ней индикатора, а по направлению к скважине №4 выявлены новые разломы, которые, вероятнее всего, и являются каналами низкого фильтрационного сопротивления, по которым происходила фильтрация меченой жидкости к скважинам (рис. 1, Б).

На месторождении Y трассерные исследования на горизонт М-II-3 проводились в 2017 и в 2023 гг. По результатам 2021 года выход индикатора был получен почти со всех реагирующих скважин на участке исследования (рис. 2, А). При геологической интерпретации на основе структурной карты с учетом времени выхода индикатора и характера кривой выноса были определены основные траектории движения трассера (рис. 2, А). Было установлено, что основная масса индикатора фильтруется вдоль крупного тектонического нарушения к юго-востоку от нагнетательной скважины №1Y. Кроме того, была также зафиксирована связь с удаленными скважинами на северо-западе (скв. №1–4) и юго-востоке (скв. №12 и 16), которые приурочены к другим залежам со своими отметками БНК. Наличие гидродинамической связи между залежами приводит к ряду негативных факторов при разработке объекта, поэтому в результате исследования было рекомендовано проведение геолого-технических мероприятий по перераспределению фильтрационных потоков.

В период с 2017 по 2022 гг. на участке исследования проводилась закачка полимерного раствора с целью выравнивания фронта заводнения. Повторно трассерные исследования проводились в 2023 г., по результатам которого выход индикатора был установлен лишь по 4 ближайшим скважинам (скв. №4, 5, 9 и 10).

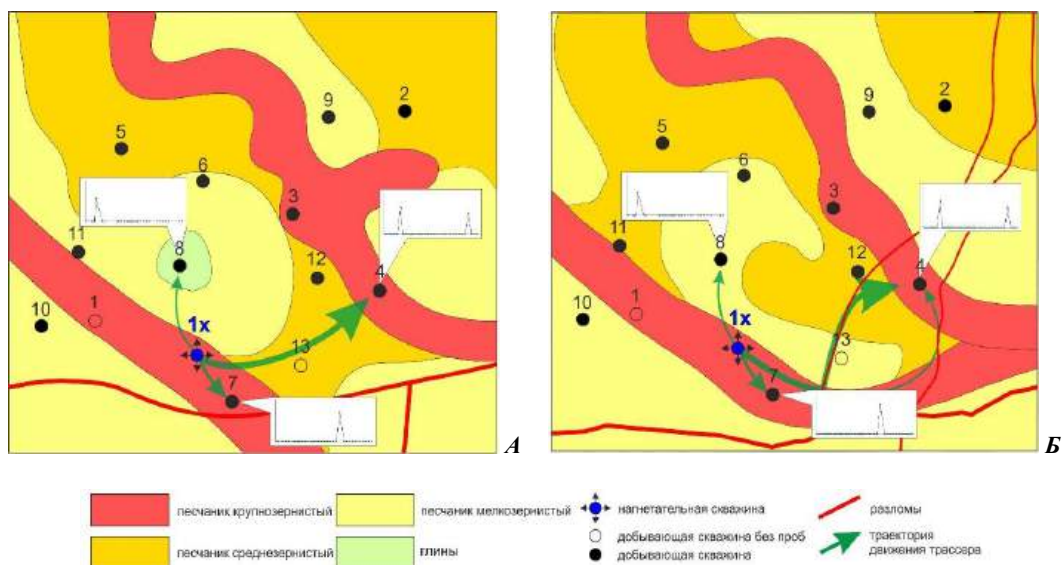


Рис. 1. Схема трассирования фильтрационных потоков по каналам НФС на месторождении X по литолого-фациальной карте 2021 года (А) и 2023 года (Б)

Трассирование меченой жидкости по структурной карте показало, что большинство ранее выявленных каналов НФС вдоль разломов закрыты, гидродинамическая связь с южной залежью не установлена (рис. 2, Б).

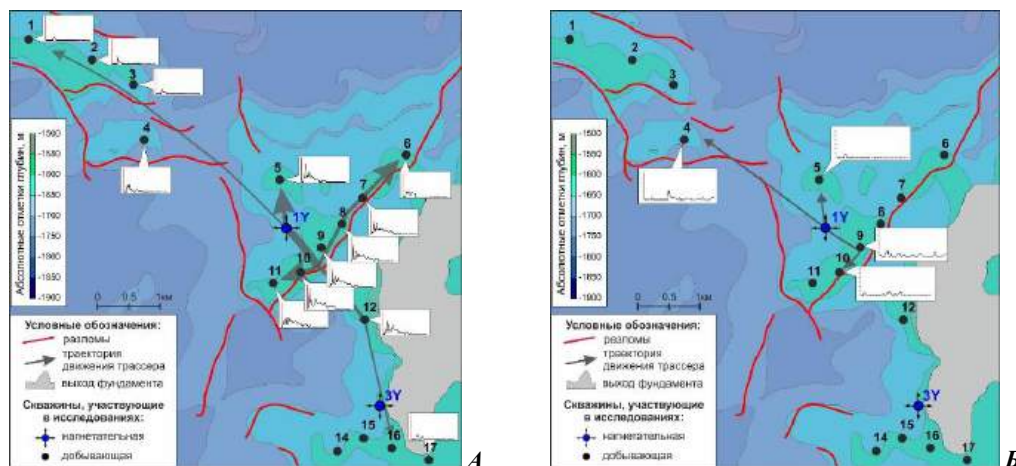


Рис. 2. Схема трассирования фильтрационных потоков по каналам НФС на месторождении Y по структурной карте в 2017 году (А) и 2023 году (Б)

Месторождения X и Y находятся на последней стадии разработки и характеризуются стабильным снижением уровня отбора нефти. Извлекаемые запасы нефти выработаны более чем на 80 %. Разработка объектов осуществляется с системой ППД, которая ведет к интенсивному увеличению обводненности ряда скважин вследствие фильтрационно-ёмкостной неоднородности пласта.

Таким образом, для снижения степени неопределенности свойств продуктивного пласта в межскважинном пространстве и, следовательно, оптимизации схемы разработки необходимо проводить трассерные исследования на постоянной основе с детальным анализом результатов исследований прошлых лет. Сравнение результатов позволяет отследить изменения фильтрационных потоков в пласте при проведении геолого-технических мероприятий, осуществить полный контроль над системой заводнения, а также уточнить геолого-гидродинамическую модель месторождения и подобрать наиболее оптимальный способ разработки.

Литература

1. Методические рекомендации по количественной интерпретации данных индикаторных исследований межскважинного пространства нефтяных месторождений / науч. ред. М. С. Хозяинов. – М.: ВНИИ Геоинформсистем, 1988. – 37 с.
2. Методическое руководство по технике проведения индикаторных исследований и интерпретации их результатов для регулирования и контроля заводнения нефтяных залежей. РД 39-014 7428-89. / под ред. Соколовского Э.В. и др. – Грозный: СевКавНИПИнефть, 1989. – 79 с.

3. Соколовский, Э. В. Индикаторные методы изучения нефтегазоносных пластов / Э. В. Соколовский, Г. Б. Соловьев, Ю. И. Тренчиков. – М.: Недра, 1986. – 157 с.
4. Чернокожев, Д. А. Совершенствование технологии индикаторных исследований для оценки фильтрационной неоднородности межскважинного пространства нефтяных пластов [Текст]: дис...канд. техн. наук / Чернокожев Дмитрий Александрович. – Дубна, 2008. – 141 с.

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ВЕНДСКИХ МАКРОФОССИЛИЙ В ВЕРХНЕМ ДОКЕМБРИИ СРЕДНЕГО ТИМАНА

Паньков В.Н.

Научный руководитель А.В. Колесников

Геологический институт Российской Академии наук, г. Москва, Россия

Верхний докембрий Среднего Тимана на возвышенности Четласский камень (Архангельская обл. и Респ. Коми) расчленен на четласскую и быстринскую серии [3]. Сводный разрез четласской серии представлен светлинской, новобобровской и визингской свитами, в свою очередь, эта серия несогласно перекрыта быстринской, расчлененной на усть-палегскую (аньюгскую, джежимскую), ворыквинскую, павьюгскую и паунскую свиты. Длительное время возраст и стратиграфическое положение данных свит вызывали дискуссии.

По мнению В.Г. Оловянишникова, песчаники и алевролиты усть-палегской и визингской свит, как и доломиты павьюгской свиты, представляют наиболее древние части разреза, которые относятся к верхнему рифею, а джежимская свита, в свою очередь, является аналогом аньюгской свитой венда [3]. В легенде второго издания Тиманской серии листов ГГК-200 РФ все вышеперечисленные свиты расположены в основании разреза и отнесены к верхнему рифею.

По результатам U-Pb датирования обломочных цирконов из песчаников четласской серии было выявлено сходное распределение возрастов обломочных цирконов [2], что указывает на единый источник сноса кластического материала, которым выступал Балтийский щит [1, 4]. Брусницына и др. в то же время определили, что возраст четласской серии соответствует временному интервалу 1096-1125 млн лет, что соответствует среднему рифею [2].

В июне 2023 года при участии автора были проведены полевые исследования отложений верхнего докембрия Среднего Тимана в бассейне р. Мезенская Пижма и ее притоков – рр. Четласс и Березовая (рис. 1).

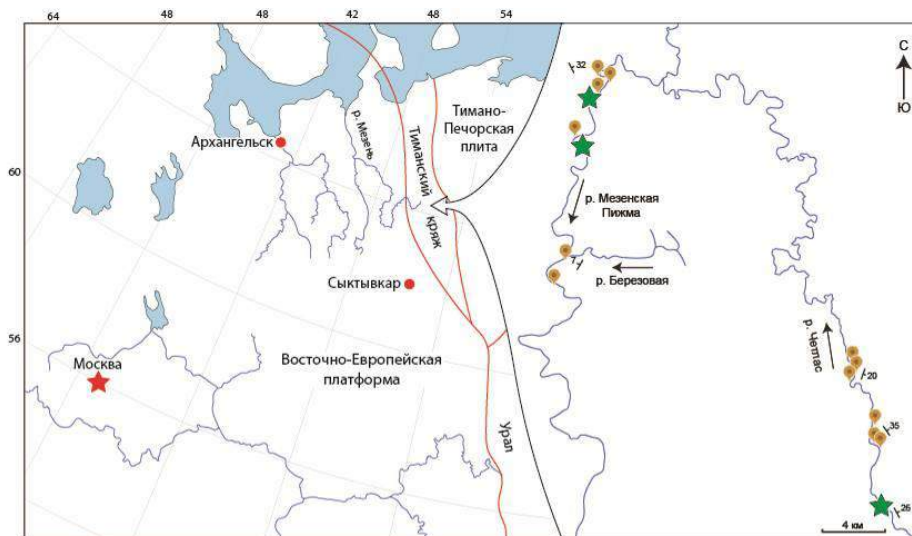


Рис. 1. Схематическая карта расположения местонахождений остатков эдиакарского типа и MISS (отмечены на карте зелеными звездами)

В ходе исследования терригенных отложений визингской и усть-палегской свит был обнаружен комплекс остатков представителей организмов эдиакарского типа, а также многочисленных макропроблематик биологической природы. Среди них можно выделить многочисленные арумбернеморфные микробиально-индуцированные осадочные текстуры (MISS) (рис. 2, а–б, г–д), а также представителей эдиакарского индекса-таксона *Palaeopascichnus* (рис. 2, в).

Первые результаты исследования морфологических особенностей ископаемых остатков показали сходство таксономического разнообразия «четласской» биоты Среднего Тимана с «чернокаменной» и «басинской» биотами Среднего и Южного Урала, соответственно.