

**Информация о проекте, выполняемом в рамках
базовой части государственного задания в сфере научной деятельности,
Задание № 2014/28 от 28.02.2014 г.**

Проект №: 2330

Тема: Исследование процессов массообмена и углеводородных систем на больших глубинах земной коры

Приоритетное направление: Энергетика и энергосбережение

Критическая технология: Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых

Период выполнения: 28.02.2014 г. - 31.12.2016 г.

Исполнитель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Ключевые слова: прогнозирование, большие глубины, газ, нефть, массообмен, флюиды, углеводородные системы, миграция, сверхглубокое бурение, флюидодинамика

Научный руководитель: Керимов Вагиф Юнусович, доктор геолого-минералогических наук, профессор

1. Цель проекта: Изучение фундаментального базиса нефтегазоносности больших глубин земной коры на основе исследований процессов массообмена и разработка технологии оценки потенциала глубоководных углеводородных систем.

2. В 2014 году по проекту были проведены следующие работы:

- дана оценка современного состояния проблемы происхождения углеводородов, рассмотрены возможные пути образования углеводородов.
- дан аналитический обзор мирового опыта изучения глубокозалегающих горизонтов недр и выявления залежей УВ на больших глубинах.
- проведена интерпретация результатов сейсмических исследований на глубинах более 6 км.
- созданы тематические базы данных аналитических исследований каменного материала и пластовых флюидов с больших глубин.

В 2015 году по проекту были проведены следующие работы:

- созданы теоретические основы формирования УВ систем на больших глубинах.
- выявлены закономерности изменения степени катагенеза ОВ пород на больших глубинах.
- рассмотрены вопросы углеводородообразования и фазовых переходов на больших глубинах
- рассмотрены особенности формирования и критерии прогноза пород-коллекторов и пород-покрышек на больших глубинах.
- дана оценка влияния термобарических условий и флюидодинамических факторов на формирование нефтегазоносности на больших глубинах.
- проведены детальные и специализированные геохимические и петрофизические исследования.

В 2016 году по проекту были проведены следующие работы:

- созданы типовые геологические модели формирования потенциально

продуктивных глубокозалегающих нефтегазоносных комплексов с учетом данных геолого-геофизических и лабораторно-аналитических исследований.

- проведен комплексный анализ перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных горизонтов недр по результатам бассейнового моделирования.

- дан прогноз нефтегазоносности и фазового состояния скоплений углеводородов на больших глубинах по результатам бассейнового моделирования.

- разработаны методические рекомендации по проведению ГРП на больших глубинах и оценке рисков при поисках и разведке месторождений нефти и газа на больших глубинах.

3. Основные результаты по проекту:

Дана оценка современного состояния проблемы происхождения углеводородов, рассмотрены возможные пути их образования. Современное понимание процессов нефтегазообразования позволяет сделать вывод, что формирование скоплений углеводородов не исключает поступление их из различных источников. Такой подход во много объясняет восполняемость запасов нефти и газа в месторождениях, где современная добыча нефти уже давно превысила их первоначальные запасы, открытие скоплений нефти в гранитоидах интрузивов фундамента и др. Осуществлен аналитический обзор мирового опыта изучения глубокозалегающих горизонтов недр и выявления залежей углеводородов на больших глубинах. Рассмотрен вопрос интерпретации результатов сейсмических исследований на глубинах более 6 км. Поиски месторождений на больших глубинах предъявляют особые требования к сейсмической изученности региона. Стандартный набор данных о глубинном строении нефтегазоносных бассейнов, как правило, ограничивается материалами, освещающими строение так называемого акустического фундамента (кровля складчатого комплекса осадочного чехла) и вышележащих толщ. Стандартного набора информации о глубинном строении региона недостаточно. Чтобы оценить ресурсы всего разреза земной коры, выработать систему критериев для поиска глубокозалегающих месторождений, определить, что является коллектором, что флюидоупором в жестких термобарических условиях, и как эти условия повлияли на ход процессов эпигенетического изменения пород и флюидов, необходимо иметь дополнительные геолого-геофизические данные. Нужны данные о положении поверхности М; о положении кровли консолидированной коры - граница осадочно-вулканогенного и интрузивно-магматического слоев земной коры; о положении границы флюидосистем с установившимся и неустановившимся гидродинамическим режимом. Приведен подробный обзор отечественных и зарубежных работ, посвященных представлениям о возможных путях образования углеводородов в глубокопогруженных горизонтах недр. Рассмотрены различные модели формирования скоплений нефти и газа на больших глубинах. Выполнен анализ критериев для оценки перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных отложений. На основе комплексной обработки и анализа материалов глубокого и сверхглубокого бурения обоснован ряд закономерностей изменения катагенетических преобразований РОВ для больших глубин. Для всех изученных бассейнов наблюдается закономерное изменение фазового состояния УВ с глубиной. В самом общем виде эта вертикальная зональность выглядит следующим образом: на небольших глубинах формируются продукты низкой степени преобразованности РОВ, главным образом газовые скопления. Ниже по разрезу вследствие большей

степени катагенеза РОВ появляются жидкие УВ, конденсаты в составе газовой фазы и нефтяные оторочки. Еще ниже эту зону сменяют преимущественно чисто нефтяные скопления. Далее на больших глубинах появляются газовые и газоконденсатные шапки и залежи; постепенно содержание высших УВ в залежах снижается, и в самых нижних горизонтах отмечаются чисто газовые скопления с преобладанием CH_4 . В основе данной закономерности лежит процесс метанизации жидких УВ при повышении температуры. Описаны особенности процессов, протекающих в углеводородных системах (в т.ч. активных) на больших глубинах осадочных бассейнов. Показано, что для активных бассейнов, в отличие от более зрелых пассивных, где активная фаза генерации и миграции флюидов в значительной степени редуцирована или закончилась, можно выделить геолого-геофизические признаки (грязевые вулканы, вертикальные аномальные области на монтажах сейсмических волн и др.), отражающиеся в геологических, геохимических и, особенно, в геопотенциальных полях. Это дает возможность совершенствовать технологию поиска глубинных УВ. Описаны особенности изменения с глубиной экранирующих и коллекторских свойств горных пород. Приведены доказательства, что на больших глубинах, благодаря гравитационному уплотнению и при отсутствии трещиноватости, покрывками могут выступать практически любые породы. Показано, что в отличие от обычных глубин влияние на коллекторские свойства глубинных пород первичного литолого-фациального фактора существенно ослаблено. Наиболее важными и определяющими особенностями глубинных коллекторов становятся региональные и локальные геолого-тектонические механизмы и процессы, многократно усиливающиеся на больших глубинах. К числу таких факторов относится, прежде всего, неравномерно-напряженное состояние массива горных пород на больших глубинах (тектонофизические механизмы и факторы), температура недр и интенсивность теплового потока (теплофизические механизмы и факторы). На основе анализа результатов исследований глубоких и сверхглубоких скважин в различных нефтегазоносных провинциях России сформулирован ряд рекомендаций по выделению природных резервуаров на больших глубинах. Описано влияние термобарических и динамических факторов на распределение нефтегазоносности на больших глубинах в различных нефтегазоносных бассейнах мира. Показана роль аномально высоких давлений в формировании, размещении и прогнозе региональной и локальной нефтегазоносности. Проведен анализ органического вещества горных пород из наиболее глубоких скважин Российской Федерации. Полученные результаты позволили обосновать развитие нефтегазоматеринских пород и дать им качественную характеристику, уточнить глубинную катагенетическую зональность различных бассейнов. Определены основные физические свойства горных пород. Созданы петрофизические модели глубоких и сверхглубоких скважин, построенные по итогам проведенных исследований образцов кернa из скважин различных нефтегазоносных провинций Российской Федерации.

По результатам выполненных исследований, а также по итогам систематизации геолого-геофизических материалов и данных аналитических исследований каменного материала и пластовых флюидов были созданы тематические базы данных:

- база данных по геохимической характеристике рассеянного органического вещества на больших глубинах;
- база данных по геохимической характеристике пластовых флюидов на больших глубинах;

- база данных по петрофизической характеристике горных пород на больших глубинах;
- база данных по термодинамическим условиям глубокозалегающих горизонтов недр;
- база данных изотопно-химических особенностей выбросов грязевых вулканов.

Результаты выполненных работ позволили провести комплексных анализ перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных горизонтов недр и послужили основой для создания рекомендаций по проведению геологоразведочных работ на больших глубинах и по оценке рисков при поисках залежей нефти и газа в глубокопогруженных горизонтах недр.

4. Назначение и предполагаемое использование результатов проекта:

Результаты выполненных фундаментальных исследований послужат основой для создания критериальной базы прогноза глубинной нефтегазоносности, разработки и совершенствования методических рекомендаций по проведению геологоразведочных работ на больших глубинах и по оценке рисков при поисках залежей нефти и газа в глубокопогруженных горизонтах недр. Кроме того, полученные результаты будут использованы для продолжения исследований таких фундаментальных проблем нефтегазовой геологии, как проблема происхождения нефти и др.

Результаты научно-исследовательской работы могут быть полезны недропользователям, так как освоение глубокопогруженных горизонтов известных нефтегазоносных регионов с развитой инфраструктурой добычи и транспортировки нефти и газа требует гораздо меньших капиталовложений, чем разведка и разработка залежей углеводородов на арктическом шельфе или глубоководных частях акваторий.

Результаты исследований используются в преподавании существующих дисциплин.