

В нефтяной отрасли огромные финансовые средства затрачиваются на поиски и разведку месторождений нефти и газа. Применяемый для этих целей комплекс геологических и геофизических методов обычно направлен на изучение структурного строения осадочного чехла и фундамента, картирование тектонических нарушений, выделение зон и отдельных структур осадочного чехла, благоприятных для формирования ловушек нефти и газа.

## КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИКО- ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (ГГХМ) ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕНОСНОСТИ СТРУКТУР В ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

**А.С. БОРИСОВ**  
**Э.К. ШВЫДКИН**  
**В.А. ВАССЕРМАН**  
**Р.З. КАРИМОВА**

профессор, декан геологического факультета КГУ  
профессор КГУ  
зав. отделом ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»  
м.н.с. ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»

г. Казань

На первом этапе основная роль принадлежит геофизическим методам, приоритетным из которых является сейсморазведка. В комплексе с сейсморазведкой или отдельно применяются гравиразведка, магниторазведка и электроразведка. Следует отметить, что все перечисленные методы на этапе поисков месторождений нефти и газа решают, в основном, структурные задачи, т.е. не позволяют однозначно делать выводы о наличии углеводородов в изучаемом разрезе.

Давней мечтой геофизиков является разработка способов прямых поисков и оценки нефтегазоносности выявленных структур до вскрытия их скважинами. В настоящее время идеология прямых поисков развивается, в основном, на базе изучения процессов и явлений, происходящих над углеводородными залежами. В этом плане в России и за рубежом достаточно широко практикуется изучение поверхностных геохимических и геофизических аномалий, обусловленных влиянием углеводородов залежи. Накопленные к настоящему времени данные позволили создать систему моделей, основой которых является учет изменения физико-химических параметров перекрывающих пород под влиянием миграции углеводородов и других компонентов залежи. Данные изменения состава и структуры пород в зоне эпигенеза над залежью углеводородов происходят в течение длительного геологического времени и заканчиваются появлением поверхностных геохимических и геофизических аномалий: магнитных, электрических, радиоактивных, газовых (радона и гелия), температурных, ореолов рассеивания углеводородов и некоторых металлов.

Существование вертикальной миграции углеводородов от залежей нефти и газа к поверхности доказано многочисленными статистически достоверными исследованиями в России и за рубежом. Очень схематично процесс формирования геохимических и геофизических аномалий, обусловленных влиянием углеводородов залежи, можно представить следующим образом. В зоне свободного водогазообмена над залежью под влиянием атмосферного кислорода и бактериального окисления происходят электрохимические реакции взаимодействия продуктов частичного или полного преобразования УВ метанового ряда ( $\text{CH}_4$ - $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ). В результате большая часть резервуара залежи будет иметь отрицательный заряд. Принято считать, что по своей электрохимической активности породы резервуара и покрышки практически не отличаются и отрицательный заряд в этой зоне, называемой зоной восстановления, равномерно распределен по ней. По расчетам [Tompkins R., 1990] эта зона простирается на 10-150 м вверх от резервуара и на 1,5-3 м вниз от основания залежи. Зона восстановления характеризуется значительными скоплениями вторичного пирита и интенсивной вторичной кальцитизацией. В приконтурных и сводовых частях зоны восстановления содержание пирита достигает 3-5%, а за контуром – менее процента. Сульфидная минерализация, развившаяся в перекрывающих залежи углеводородов породах, способствует образованию природных топливных элементов [Н.С. Бескровный, 1993]. Скорее всего, они образуются за счет воздействия на сульфидные ореолы

водорода и кислорода. Свободный водород содержится в углеводородах и вместе с их диффузионными потоками насыщает ореолы сульфидизации. Кислород образуется, когда гидроокислы железа восстанавливаются до пирита. Часть кислорода из гидроокислов при этом переходит в свободное состояние. Электродинамическая сила подобного гальванического элемента может достигать 1в [Н.С. Бескровный, 1993]. Кроме того, гальванические элементы могут образовываться за счет изменения окислительно-восстановительного потенциала подземных вод, омывающих зоны сульфидизации.

В верхней части разреза, приповерхностные объекты, залегающие на глубинах от 0 до 600 м, обладают положительным зарядом, формируя зону окисления. Таким образом, залежь углеводородов вместе с перекрывающими ее породами образует сложный геологический объект, который характеризуется особыми электрохимическими свойствами и наличием природного «топливного элемента».

Вторичные эпигенетические минералообразования происходят в зоне окислительно-восстановительного элемента во всей толще пород над залежью. Они связаны с движением ионов солей металлов к различным точкам «топливного элемента». Положительные ионы Ca, Fe, FeO, I, K, Ni, Cu, Zn, Mn выпадают, кристаллизуются за пределами восстановительной зоны, создавая ореолы концентрации минералов, окружающих углеводородные месторождения [Ф.М.Каменецкий, В.А. Мамаев, 1996]. Очень интенсивные преобразования происходят в терригенных отложениях, содержащих первичные железистые соединения. В зоне восстановления окислы и гидроокислы железа сероводородом восстанавливаются до пирита. В зоне окисления, характеризующейся повышенным содержанием кислорода, азота, углекислоты, отмечается наличие над углеводородными залежами вторичного эпигенетического магнетита и магнетита, залегающего в верхней части разреза на глубинах от 10 до 300 м. ►

**Обобщенная физико-геологическая модель, созданная с учетом влияния залежей на вмещающие породы, дает основание для применения при поисках и разведки месторождений нефти геохимических исследований и методов полевой геофизики**

Обобщенная физико-геологическая модель, созданная с учетом влияния залежей на вмещающие породы, дает основание для применения при поисках и разведке месторождений нефти геохимических исследований и методов полевой геофизики (магниторазведка, электроразведка, радиометрия и др.). Но успешное решение данной задачи

измерения окислительно-восстановительных потенциалов «топливного элемента» залежи. Работы с комплексом геофизических и геохимических методов (ГГХМ) были начаты на территории РТ Швыдким Э.К. в 1995г. на Чегодайском месторождении нефти. Примененный комплекс ГГХМ достаточно производителен и дешев в производстве, что

показана карта по Грачевскому и Удобневскому участкам Муслюмовского месторождения. Как видно из приведенного рисунка, все продуктивные скважины расположены в зонах повышенной вероятности обнаружения углеводородов. Аналогично на территории Агрызского района Татарстана в пределах лицензионных территорий ОАО «РИТЭК» было оценено 10 перспективных участков. Материалы исследований позволили провести разработку сейсмических структур, из которых по двум структурам даны отрицательные заключения, три отнесены к категории с неясными перспективами и требующими дополнительного изучения, а пять оценены как перспективные. Скважины, пробуренные на двух перспективных площадях, подтвердили наличие углеводородных залежей.

Таким образом, опыт применения комплекса ГГХМ в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции показывает его достаточно высокую эффективность и может быть рекомендован для более широкого внедрения. ■

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бескровный Н.С. Рациональные пути освоения традиционных и нетрадиционных ресурсов углеводородного сырья. С-П. 1993.
2. Каменецкий Ф.М., Мамаев В.А. Аэроэлектроразведка и малоглубинная наземная электроразведка при прогнозировании месторождений углеводородов. Геофизика, 1996, №2.

## Опыт применения комплекса ГГХМ в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции показывает его достаточно высокую эффективность, и может быть рекомендован для более широкого внедрения

оказывается невозможным без комплексирования методов. При этом в основе технологии интеграции геохимических, геофизических и геологических методов получения информации находится представление о зависимости морфологической и генетической структуры геофизических и геохимических полей от характеристик аномалеобразующего объекта. Эффективно задача может быть решена только соответствующим комплексом методов, с учетом вопросов аппаратного и методического обеспечения, геологической информативности и стоимости комплекса в целом.

С учетом вышеперечисленных факторов, наибольший практический интерес представляют исследования геохимических ореолов, магнитометрия и

позволяет исследовать значительные площади с минимальными затратами. К настоящему времени работы по оперативной оценке углеводородных залежей и перспективных структур проведены более чем на 50 участках общей площадью более 3000 км<sup>2</sup> в пределах республик Татарстан, Башкортостан, Марий Эл, Чувашии, Ульяновской и Оренбургской областей и дали положительные результаты по разработке структур на нефтеносные и бесперспективные.

При комплексной интерпретации материалов ГГХМ на заключительном этапе строится карта локализации «топливного» элемента, на которой выделяются зоны с различной степенью вероятности обнаружения углеводородов. В качестве примера на рисунке 1

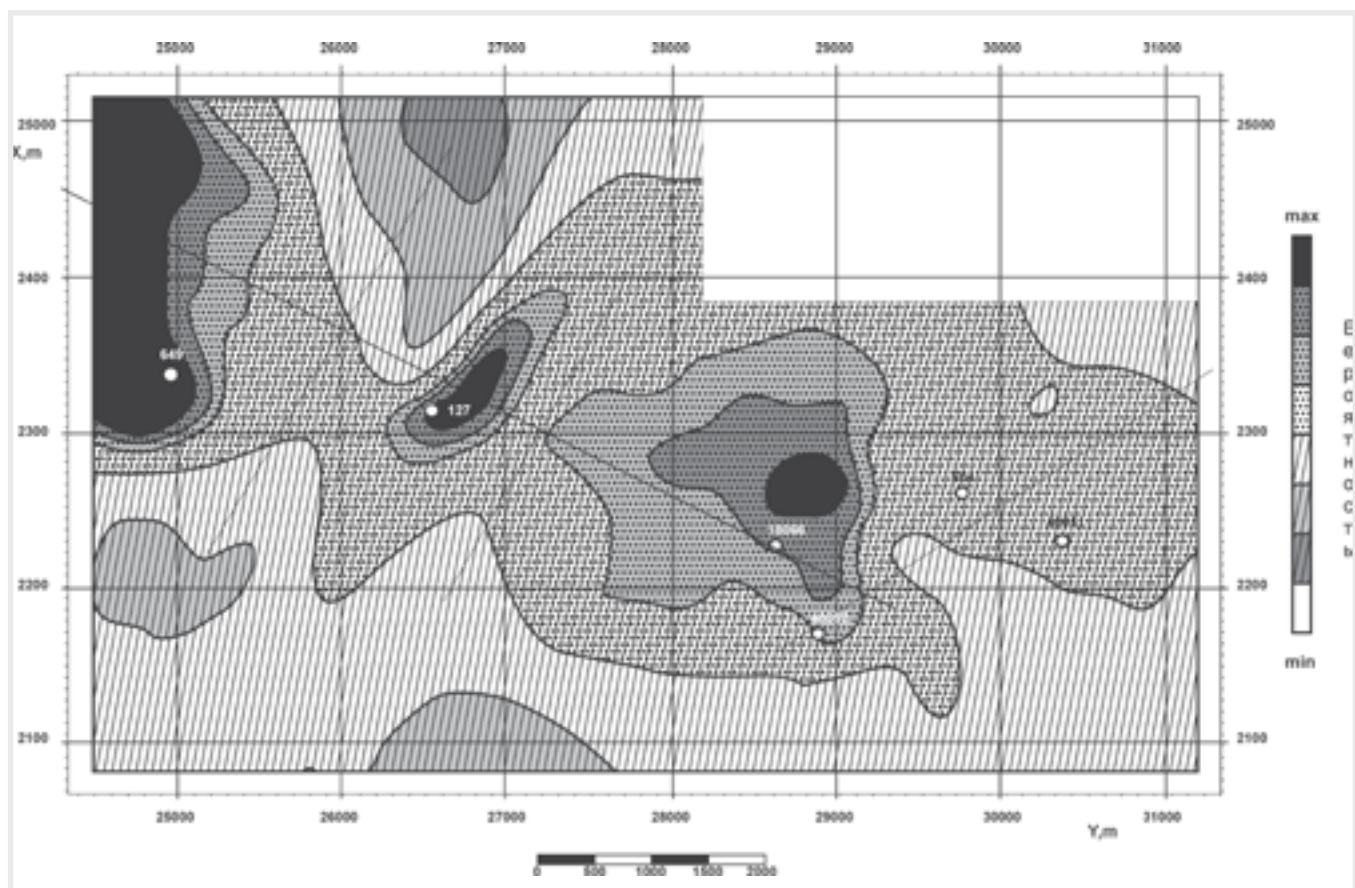


Рис.1 Карта локализации «Топливных элементов» Участки Грачевск и Удобневский