

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ БИТУМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В восточной части Республики Татарстан проведено геологическое истолкование геофизических материалов хорошо изученных бурением площадей (полигонные участки) и известных месторождений уфимского терригенного битумоносного комплекса (эталонные объекты). На землях последних Казанской геофизической экспедицией (ныне НПУ "Казаньгеофизика") совместно с Казанским университетом, ГПК, ЦНИИГеолнеруд, ВНИИГИС выполнены целенаправленные крупномасштабные геофизические съемки: гравиразведка, геотермия, магниторазведка, гамма-спектрометрия, электроразведка в модификациях ВЭЗ-ВП, СЭП-ВП, ЕП, ЗСБЗ.

Полученные данные позволили сформулировать методологию геофизических исследований на природные битумы. Аналогично стадийности геологоразведочных работ на традиционные источники углеводородного сырья (нефть, газ) рекомендуется прогнозирование битумоносности геологического разреза осуществлять на региональном, поисковом и разведочных этапах.

Согласно целевой ориентации, на первой («обзорной») стадии регионального этапа производится выявление возможных зон битумоаккумуляции. В условиях Татарстана для районов развития продуктивных толщ казанского карбонатно-терригенного и уфимского терригенного (восточный борт Мелекесской впадины и западный склон Южно-Татарского свода соответственно) битуминозных комплексов установлены соотношения между аномалиями геофизических полей и особенностями размещения основных зон максимальных концентраций полезных ископаемых. Область развития песчаных пород с улучшенными коллекторскими свойствами средней (терригенной) части казанского яруса обрамляется зонами интенсивных локальных минимумов силы тяжести (Боровский и др., 1990). Площадям распространения "раздувов" мощности песчаников шешминского горизонта уфимского яруса соответствуют зоны региональных минимумов геомагнитного и гравитационного полей (Боровский, Сурков и др., 1991). Полученные закономерности предполагают переинтерпретацию геофизических материалов прошлых лет. Основу методического подхода регионального уровня прогнозирования составляет районирование геофизических полей с позиции выделения определенных литолого-фациальных зон, обусловленных различным режимом тектонических движений.

На второй ("зональной") стадии регионального этапа выполняется оценка перспектив зон возможного битумоаккумуляции путем заложения ряда региональных геофизических профилей. В последние годы на слабоизученных землях Северо-Татарского свода по данным структурного бурения определены (Успенский и др., 1991) зоны развития раздувов мощности песчаников шешминского горизонта и максимального развития песчаных пород-

коллекторов казанского яруса.

Выявление залежей природных битумов в терригенных отложениях уфимского и казанского ярусов представляется особенно важным, так как в Татарстане имеется опыт разработки скоплений углеводородов, приуроченных к песчаным коллекторам. Планируются зоны увеличенных мощностей пород-коллекторов верхнепермского отдела рассечь одним или двумя региональными профилями. Опытно-производственные исследования предполагают постановку электроразведочных работ в модификациях ВЭЗ-ВП и ЗСБЗ с шагом измерения по профилю 500 м. Максимальные разносы питающей линии АВ при производстве электроразведочных работ ВЭЗ-ВП должны составлять 1500 – 2000 м. Исследования методом ЗСБЗ планируется проводить аппаратурой "Каскад" совмещенными установками 100x100 м². При интерпретации предполагается выделение геофизических аномалий, возможно, битумной природы и выдача рекомендаций на проведение специального (на битумы) бурения.

На "зональной" стадии изучения битумоперспективных площадей целесообразно (Боровский, 1991) выявление и трассирование гравиметрией и электроразведкой ВЭЗ древних погребенных речных долин (на землях Татарстана – неогеновые врезы), малоперспективных на обнаружение полезных ископаемых. Как правило, в зонах размыва коренных пород продуктивные толщи либо отсутствуют, либо имеют сокращенную мощность. При картировании указанных неоднородностей на данной стадии используются материалы геофизических работ.

Поисковый этап геофизических исследований на природные битумы предполагает выявление и подготовку потенциально продуктивных локальных структур (ловушек) к поисковому бурению. Здесь, по-видимому, должны учитываться основные принципы проектирования площадей для нефтепоисковых работ, нашедшие отражение и реализацию на территории Татарстана в комплексных проектах. Это "полная и ускоренная подготовка с детальностью, обеспечивающей выявление и подготовку всех экономически рентабельных объектов и исключаяющей неоднократный возврат на одни и те же площади" (Исхакова, 1985).

На стадиях поискового процесса решаются задачи, направленные на обнаружение и оконтуривание в геофизических полях аномалий, обусловленных специфическими эффектами взаимодействия среды с элементами продуктивных структур (флюидонасыщенными пластами, запечатывающими слоями, ореолами "рассеяния" или "вторжения"). О наличии ловушек природных битумов на глубине могут свидетельствовать зоны повышенных величин на разрезах $F(\rho_k, \eta_k)$ по материалам ВЭЗ-ВП, участки высоких значений на графиках $F(\rho_k, \eta_k)$ по данным СЭП-ВП (Рис. 1). Параметр $F(\rho_k, \eta_k)$ представляет

комплексную зависимость кажущегося удельного электрического сопротивления ρ_k и коэффициента поляризуемости η_k , вычисленную по разработанному в Казанской геофизической экспедиции алгоритму. По результатам метода ЗСБЗ над битумной залежью следует ожидать закономерное изменение формы кривых $St(Ht)$: кривые со значительным приростом проводимости характеризуют межструктурные понижения и крыльевые части верхнепермского поднятия, кривые с небольшим приращением проводимости – свод структуры. На разрезах дифференциальных проводимостей $\Delta St/\Delta Ht$ поисковым признаком может являться распределение геофизического поля в виде обрамления мозаичной аномалии низкой проводимости, отображающей залежь углеводородов зоной повышенных значений рассматриваемого параметра.

При поисковом прогнозировании полевые работы рекомендуется проводить тем же аппаратно-методическим комплексом геофизических методов (ВЭЗ-ВП, ЗСБЗ), что и на “зональной” стадии. Однако геофизические наблюдения выполняются в площадном варианте: шаг измерений по профилю 200 – 250 м, расстояние между про-

филями 500 м. В конкретных случаях возможно сгущение сети наблюдений, либо дополнение комплекса исследований электроразведкой СЭП-ВП. На площадях западного склона Южно-Татарского свода, перспективных на поиски скоплений битумов в уфимском ярусе, ориентировка сети геофизических профилей должна учитывать основные положения теории “трендового” строения шешминского горизонта (Шалин, 1984). В соответствии с этой теорией, реализуемой на практике (Кобряков и др., 1991), барообразные песчаные тела, содержащие залежи битумов, расположены упорядочено и развиты в северо-западном и юго-восточном направлениях под углом 45° к меридиану. Размеры песчаных тел составляют по длинной оси 4 – 5 км, реже 10 – 12 км, по короткой – 1.5 – 3 км; глубины залегания скоплений битумов варьируют от нуля до двухсот метров. При изучении битумоносности песчаников уфимского яруса структурным и специальным бурением используется сетка с расстоянием между скважинами 500 – 600 м (Кобряков и др., 1991).

На завершающем, разведочном этапе освоения залежей полезных ископаемых геофизические методы могут быть полезны (Боровский, Мухаметшин и др., 1991) при составлении проектов и технологических схем промышленной разработки битумных месторождений. Наиболее перспективным с этих позиций представляется высокоподвижный помехоустойчивый метод гравиразведки. Это связано с возможностью обнаружения и трассирования гравиметрией зон развития неогеновых врезов (Боровский, 1991). Установлено (Ильина, Лебедев, 1985), что битумы в направлении к врезу утяжеляются и в самой зоне подвергаются наиболее глубокому гипергенному воздействию. Данное явление приводит к резкому ухудшению товарных свойств углеводородного сырья.

При решении ряда вопросов, связанных с процессами разработки залежей природных битумов способами вторичного воздействия на пласт (ВДОГ, закачка пара, растворителей и др.), гравиразведка приобретает большое значение как эффективный метод при диагностике зон тектонического разуплотнения в осадочной толще (Боровский, Мухаметшин и др., 1991). При добыче углеводородного сырья по внутрислоевой технологии в зонах повышенной тектонической трещиноватости могут наблюдаться либо преждевременный прорыв теплоносителей к забоям добывающих скважин, либо проникновение газообразных продуктов физико-химических реакций в покрывающую залежь толщ вплоть до дневной поверхности (Боровский, Мухаметшин и др., 1991).

Своевременное (на стадии разведки) выявление зон повышенной трещиноватости и проницаемости пластов позволит повысить эффективность разработки скоплений углеводородов. Для выделения тектонически ослабленных зон в пределах битумных месторождений необходимо проведение высокоточных гравиметрических съемок с соотношением расстояний между точками измерений к профилям 1:2+3 (50x100+150 м). Применение прямоугольной, более “вытянутой” сети наблюдений, приводит (Ревякин и др., 1986) к искажению характера поля, появлению ложной анизотропии поля за счет эффекта от аномалий, простирающихся перпендикулярно к направлению профиля съемки.

Присутствие на площади исследований тектоничес-

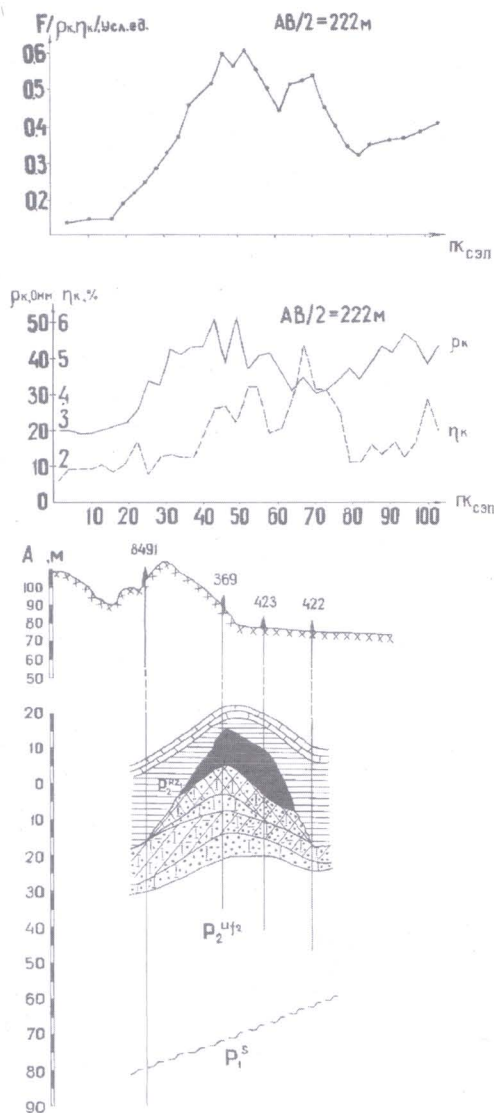


Рис. 1. Результаты электроразведки вызванной поляризации на Южно-Ашальчинском месторождении природных битумов Республики Татарстан.

Н.Н. Непримеров

Казанский государственный университет, физический факультет

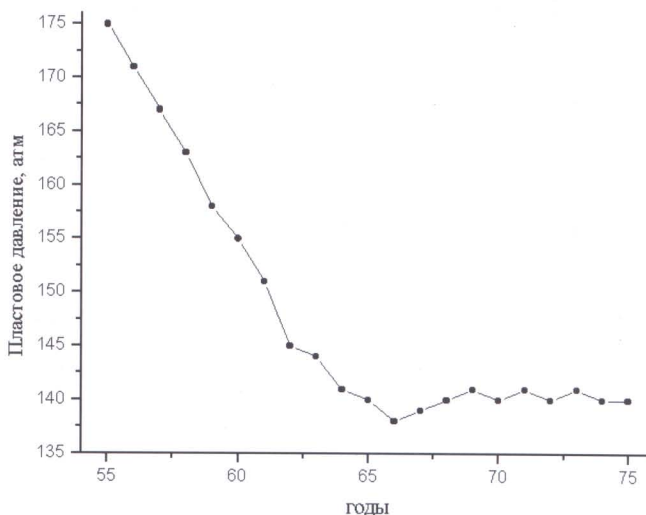
E-mail: Nikolai.Neprimerov@ksu.ru

Как природа обеспечивает минимальную себестоимость при высоком КИН

При эксплуатации отдельных разведочных скважин природа подсказывает дальнейший ход разработки этой залежи или участка.

На Акташской площади с одиночным пластом D_0 в 1954 году была пробурена скважина $N 44$, вскрывшая линзу диаметром около 5 км. На рис. 1 дан график хода падения пластового давления для этой скважины. С начала эксплуатации шло равномерное снижение P за счет выработки упругого запаса пластовой энергии. При этом одновременно шел рост радиуса контура питания r_k .

В 1964 году при неизменной добыче и депрессии прекратилось падение $P_{пл}$, что означало, что r_k достиг высшей границы залежи и тронулся внешний ВНК, обеспечивая равномерную выработку по всему периметру при



самых благоприятных условиях:

$T = T_0$, $P = P_{пл}$, выработка собственной пластовой водой, и достигая $КИН = 0,8 - 1,0$.

Через 22 года в установившийся процесс вмешались разработчики, в два приема набурили 34 скважины, обеспечив к 2000 году конечный КИН всего в 0,44.

У природы надо учиться!



Николай Николаевич Непримеров

ки ослабленных зон и зон развития неогеновых врезов фиксируется высокоточной гравиразведкой в виде интенсивных локальных минимумов силы тяжести (Боровский, Виноходова и др., 1990; Боровский, 1991; Боровский, Мухаметшин и др., 1991). Благоприятным фактором, способствующим “усилению” аномальных геофизических эффектов, является совпадение местоположений указанных неоднородностей геологического разреза в плане.

Анализ материалов электроразведки методом сопротивлений (установки СЭП, ВЭЗ) на залежах природных битумов выявил зоны пониженных величин кажущихся удельных сопротивлений. Эти зоны в ряде случаев (Боровский и др., 1991) отождествляются с обводненными участками надпродуктивной толщи и свидетельствуют о сложности горно-технологических условий геологических объектов. Представляется целесообразным исследование гидрогеологических особенностей детально изученных структурным бурением месторождений битумов (западный склон Южно-Татарского свода) с помощью симметричного электропрофилеирования СЭП; шаг измерений по профилю 100 – 150 м, расстояние между профилями 300 – 450 м. Оптимальная величина разносов АВ, вероятно, численно равна шагу наблюдений. При подготовке битумоскоплений к добыче предполагается уточнение положения геоэлектрических неоднородностей вертикальными электрическими зондированиями ВЭЗ.

В последнее время (Швыдкин, Червилов, Хабибуллин и др.) получают все большее развитие геофизические методы контроля за процессами разработки залежей природных битумов способами вторичного воздействия на пласт.

Литература

Боровский М.Я., Сурков А.Д., Шалин П.А. и др. Опыт применения наземных геофизических исследований на природные битумы в Татарии. *Проблемы повышения эффективности геологоразведочных работ в Татарии*. Альметьевск. 1989. 66-67.

Боровский М.Я., Виноходова Г.В., Сурков А.Д., Успенский Б.В. Применение гравиразведки для изучения битумоносных территорий. *Геология и разработка нефтебитумоносных месторождений*. Казань, 1990. 77-83.

Боровский М. Я., Сурков А.Д., Шалин П.А., Успенский Б. В. О методике регионального прогнозирования зон битумонакопления геофизическими методами. *Итоги геологоразведочных работ на территории Татарстана и пути повышения их эффективности на 1991-1995 гг.* Альметьевск. 1991. 114-115.

Кобряков В. И., Петров Г. А., Николишин Д.А. и др. Методика и результаты поисково-разведочных работ на битумы в XII пятилетке. *Итоги... (см. ссылку выше)*. 1991. 103-107.

Успенский Б.В., Виноходова Г.В., Боровский М.Я. Особенности геологического строения и битуминозность казанского и уфимского ярусов Северо-Татарского свода. *Итоги... (см. ссылку выше)*. 1991. 115-116.

Боровский М.Я. Выявление зон развития палеоврезов с помощью грави-, электроразведки при изучении битуминозности Татарстана. *Разведочная геофизика*, № 113. 1991. 86-89.

Боровский М.Я., Мухаметшин Р.З., Успенский Б.В. О необходимости применения геофизических методов при освоении залежей высоковязких нефтей и природных битумов. *Всес. конф. по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка)*. Казань. 1991. 78-79.

Исхакова Н.С. Геологические критерии применения методики равномерно-уплотненного размещения структурных скважин при подготовке локальных поднятий. *Пути повышения эффективности подготовки новых запасов нефти на месторождениях Татарии*. Альметьевск. 1985. 37-40.