

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены возможности решения задачи прогноза фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) в визейско-башкирском резервуаре Астраханского свода. Показано, что существует ряд индикационных признаков, использование которых позволяет на качественном уровне решать задачу прогноза ФЕС. При этом отмечается, что решение этой задачи в условиях Астраханского Прикаспия в значительной степени зависит от выбранной методики и качества используемого оборудования.

Современные телеметрические системы (класса «Прогресс-Т2») позволяют получать полевой материал, который можно успешно использовать для решения прогнозных задач. Выбор методики в основном зависит от Заказчика. Экономия на использовании необходимой для решения прогноз-ной задачи методики, как правило, может значительно снизить эффективность сейсмического метода разведки.

Особенности проведения полевых сейсмических исследований 2D и 3D МОГТ с целью решения задачи прогноза фильтрационно-емкостных свойств визейско-башкирских карбонатных резервуаров Астраханского свода

Пыхалов В.В., Бродский А.Я., Кулаков В.И., Астраханская ГЭ, г.Астрахань

Задача разведки и освоения месторождений УВ Астраханского свода ставит особые требования к результативности сейсмических исследований. В его пределах открыт ряд месторождений УВ, приурочиваемых к визейско-башкирскому резервуару:

- крупнейшее в РФ газоконденсатное месторождение (АГКМ) в отложениях среднекаменноугольного возраста. В его составе выделяются четыре сегмента:

1. Левобережный - наиболее приподнятая территория левобережья Астраханского свода, оконтуриваемая изогипсой минус 4100 м. Здесь расположен эксплуатационный участок месторождения;

2. Имашевский - юго-восточная часть Астраханского свода;

3. Центральное-Астраханский - в пределах междуречья Волга-Ахтуба;

4. Правобережный:

- крупное Западно-Астраханское месторождение;

- Алексеевское месторождение;

- Табаковское месторождение.

Анализ строения резервуаров открытых месторождений выявил ряд их особенностей. К ним следует отнести:

- разный уровень ГВК залежи. Для Левобережного сегмента АГКМ - минус 4076 м, Центральное-Астраханского - минус 4130 м, Правобережный сегмент - минус 4140 м, (скв. 72-А), Западно-Астраханское месторождение - минус 4300 м, Алексеевское и Табаковское - минус 4080 м; отсутствие между месторождениями и отдельными их сегментами тектонических и литологических экранов;

- увеличение в составе газоконденсата доли тяжёлых УВ в направлении с юга на север. Например, если в составе газоконденсата Алексеевского месторождения и АГКМ преобладают лёгкие УВ, то на севере свода, в скважинах 1, 2 Георгиевских, 1 Харабалинской, получены притоки тяжёлых УВ (нефти);

- резкая изменчивость ФЕС карбонатного коллектора, зачастую не контролируемая гипсометрическим фактором;

- наличие близко расположенных участков с аномально-низкими и аномально высокими коллекторскими свойствами;

- значительная эпигенетическая преобразование порового и трещинного пространства.

Сложное распределение фильтрационно-емкостных свойств коллектора визейско-башкирских резервуаров значительно сни-

жают успешность поисково-разведочного и эксплуатационного бурения.

В результате выполненного объема производственных, опытно-методических работ, специалистами ОАО «АГЭ» были получены основные закономерности, позволяющие, пока на качественном уровне, решать сложную задачу прогнозирования ФЕС в визейско-башкирском продуктивном комплексе Астраханского свода.

Анализ геолого-геофизической информации позволил выявить следующие индикационные признаки фильтрационно-емкостных свойств карбонатного визей-башкирского комплекса, отображающихся в сейсмическом волновом поле (Бродский А.Я. и др. 2008 г.):

- система протяжённых дизъюнктивов малой амплитуды, состоящих из двух ортогональных направлений. Нарушения охватывают визейско-башкирский комплекс, местами пронизывают девонские отложения. Как правило, в пределах этих нарушений величина пористости в среднем на 10% выше, чем вне дизъюнктивов. Однако в ряде случаев, на участках, не охваченных этими малоамплитудными дислокациями, выявляются зоны с аномально-высокими показателями пористости и проницаемости. С зонами нарушений чаще всего связываются скважины, подвергнувшиеся обводнению;

- наличие холмообразных волновых пакетов, стратиграфически приуроченных к визейско-башкирскому комплексу отложений. По данным многочисленного бурения, эти зоны характеризуются аномально-низкими ФЕС. Генезис таких образований связывается с кольматацией порового пространства гипсом и кальцитом (Назаренко В.С., Резников А.Н., 1999 г.);

- наличие над рядом кольматированных образований малоамплитудных нарушений. При этом по кровле башкирского горизонта отмечается малоамплитудный грабен. Часть карбонатной толщи, залегающая над такими телами, характеризуется повышенными показателями пористости и проницаемости;

- наличие зон с аномальной сейсмической записью, в пределах которых, по данным бурения, коллектор характеризуется повышенной трещиноватостью. В пределах периферийных частей таких зон наблюдаются цепочки кольматированных образований и малоамплитудных разломов с повышенной кальцинизацией и доломитизацией пустотного пространства.

Важным при решении задачи прогнозирования ФЕС является выявление закономерностей между

глубинным строением кристаллического фундамента и распределением коллекторских свойств в визейско-башкирском резервуаре.

В толще кристаллического фундамента выявлены крупные внутрикоровые диапиры (Бродский А. Я., Шайдаков В. А., Шлезингер А. Е., Штунь С. Ю., 1993 г.). Визейско-башкирский комплекс над сводовыми частями таких диапиров характеризуется невысокими показателями пористости и проницаемости. Как правило, над ними кольматированные тела имеют более крупные размеры, чем в других зонах. Над присклоновыми участками внутрикоровых диапиров, в толще девонско-каменноугольных отложений выделяются зоны с аномальной сейсмической записью, характерной для аномальной трещиноватости (Боганик Г. Н., 2000 г.).

Выявленные в волновом поле ярко выраженные качественные характеристики фильтрационно-емкостных свойств, позволяют использовать сейсмический метод разведки, как один из основных, при решении задачи прогноза ФЕС в визейско-башкирских резервуарах.

Задача прогноза осложняется сложными сейсмогеологическими условиями. К основным из них следует отнести:

- соляной диапиризм;
- глубинность толщ исследования;
- изменчивость поверхностных условий.

В процессе опытно-производственных и производственных наблюдений были наработаны основные принципы, позволяющие решать поставленную задачу:

- получение сейсмической информации о внутреннем строении толщ кристаллического фундамента. Для этих целей используется удлиненный годограф, а также увеличение длины записи до 20 с;
- учёт особенностей в строении волнового поля, вызванной соляным диапиризмом, за счёт увеличения длины расстановки. Отметим, что геометрические размеры сводовых частей соляных диапиров зачастую составляют первые километры (1-2), что значительно осложняет получение качественного результата;
- повышение вертикальной и горизонтальной разрешённости получаемых материалов в докунгурской толще.

Как показывает накопленный опыт, достаточным является получение результирующих временных разрезов при видимой частоте в области целевой толщи на уровне 35-40 Гц. Это достигается в случае получения исходного полевого материала с видимой частотой в области целевых глубоко-залегающих границ порядка 24-26 Гц и выше. При более низких частотах (ниже 20) получить удовлетворительное решение прогнозной задачи сложно.

Методически это достигается путём сокращения величины заряда, погруженного под ЗМС, с одновременным повышением кратности наблюдений. Наилучшие результаты были получены при использовании заряда 0.4 кг (кратность 120) и 0.8 кг (кратность более 60) при работах 2D МОГТ, и не ниже 40 - при работах 3D МОГТ.

Использование вибросейсмических установок в качестве источника возбуждения оказалось малоэффективным для решения задачи прогнозирования ФЕС.

Особенностью орогидрографии территории исследования является наличие пустынных и полупустынных зон, сменяющихся дельтовыми и пойменными условиями.

Если в пустынной зоне основные проблемы связываются с отсутствием воды, сложностью в получении высокочастотной записи в районе

целевых горизонтов (интенсивное поглощение высокочастот в зоне ЗМС и ВЧР), то обилие озер, лиманов в пределах дельтовой и пойменной зон не позволяет создавать сплошную запись и создаёт значительные препятствия для установки источников возбуждения и размещения групп. В пойменной и дельтовой зонах на территории оборудования располагается в условиях повышенной влажности и сырости. Обилие водных преград зачастую требует установки напольного оборудования (блоков, приборов) в водной среде.

Особое значение при проведении работ имеют климатические условия. В летний сезон температура в тени достигает 45-50 градусов, верхние слои почвы прогреваются до 70 градусов. В зимнее время температура понижается до минус 20-30 градусов, при резких колебаниях суточных температур. Как правило, снежный покров невелик, а зачастую отсутствует. Отметим, что серьезной проблемой являются постоянно дующие ветра разной интенсивности.

Выше перечисленные условия позволяют сформулировать определенные требования к характеристикам применяемой полевой регистрирующей аппаратуры: высокая чувствительность, широкий динамический диапазон и пониженные показатели собственных шумов тракта записи, устойчивость к повышенным и пониженным температурам и резким её колебаниям, стабильность при работе в условиях повышенной влажности, возможность преодоления водных преград.

Для получения сейсмических данных необходимого качества, для решения прогнозных задач экспедицией в производственном режиме используются новые технические возможности сейсморегистрирующей системы «Прогресс-Т2»:

- модульное исполнение станции, что позволяет при необходимости увеличивать количество активных каналов (до 10000) на одном борту;
- возможность синхронизированной работы двух сейсмостанций (режим спарки) от одного источника в условиях, когда по технологическим причинам прокладка сейсмических кабелей невозможна или нецелесообразна;
- использование технологии комбинирования в одной расстановке шести одноканальных модулей БСД-6 и БСД-1 для преодоления препятствий и водных преград при работах, где поверхностные условия работ практически соответствуют переходной зоне;

- передача информации по радиоканалу для оценки и контроля сейсмической записи в режиме реального времени, что особенно актуально при проведении работ в условиях промышленных зон (куда возврат при необходимости переотработки, особенно при работах 3D, связан со значительными временными и материальными издержками).

- удобный интерфейс для контроля напольного оборудования и сейсмостанции в режиме подготовки и записи.

В период 2006-2008 г.г., с целью решения прогнозных задач, были проведены работы 2D и 3D МОГТ в пределах месторождений Астраханского свода, приуроченных к визейско-башкирскому карбонатному резервуару.

При этом, полученный полевой материал, по своим динамическим характеристикам позволил решить поставленную геологическую задачу.

На рис.1 показан пример выделения глубинных диапиров по результатам проведения 2D МОГТ съёмки (Центрально-Астраханский сегмент АГКМ).

На рис.2 показано проявление кольматированного тела в визейско-башкирском резервуаре



ПОЛЕВОЙ СЕЗОН ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

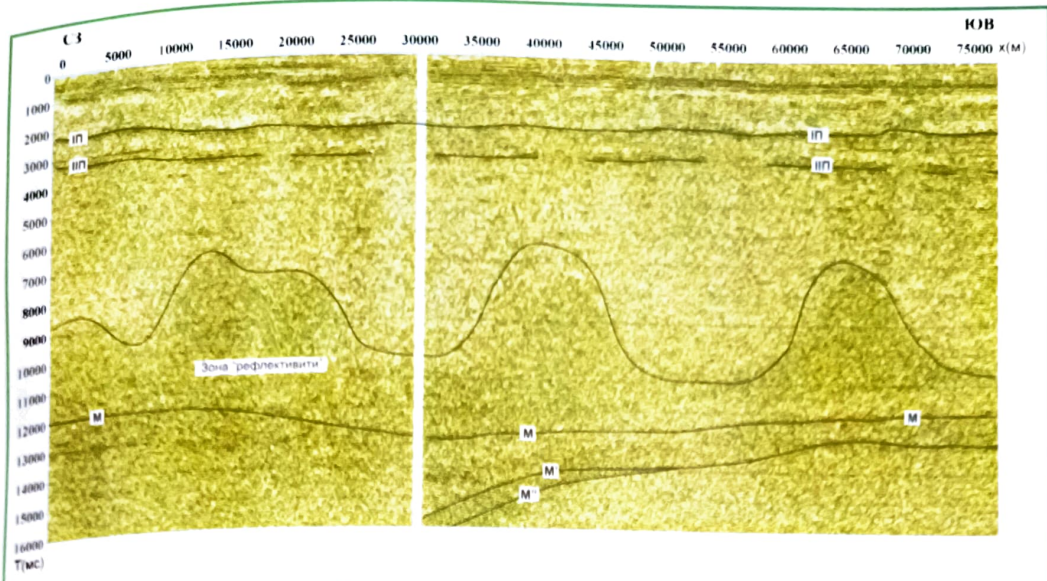


Рис.1 Проявление в волновом поле глубинного диапиризма, соответствующего толще кристаллического фундамента. (Центрально-Астраханский сегмент АГКМ, 2006г., 2D МОГТ, ТСС «Прогресс-Т2»).

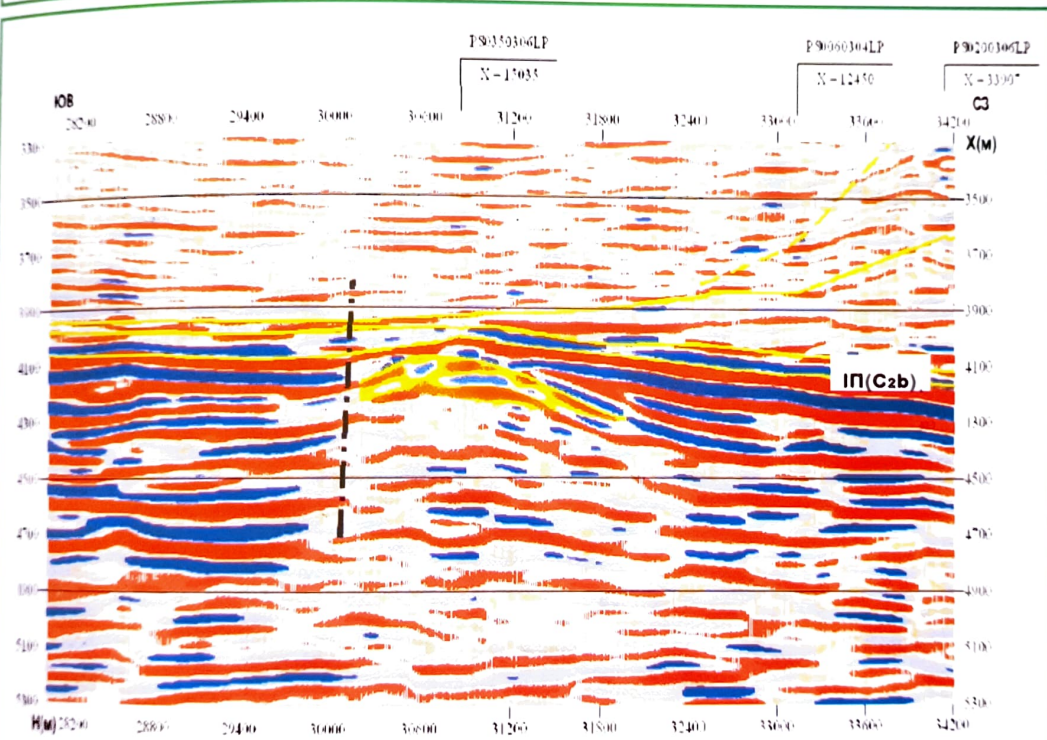
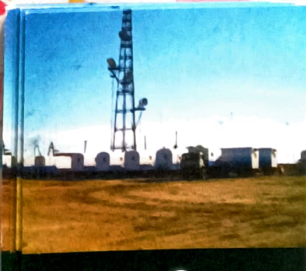


Рис.2 Проявление в волновом поле кольматированного образования, соответствующего визейско-башкирскому резервуару (Правобережный сегмент АГКМ, 2007г., 2D МОГТ, ТСС «Прогресс-Т2»).

Правобережного сегмента АГКМ. Использование современной аппаратуры при проведении работ 3D МОГТ позволило решать прогнозные задачи в условиях полупустыни левобережного сегмента АГКМ. Особые сложности при проведении работ были вызваны наличием незакреплённых и полукреплённых барханов. Вызвано это, прежде всего, поглощением высокочастотных компонент сигнала в верхней части разреза. Тем не менее, использование высокочувствительной аппаратуры позволило получить полевой материал высокого качества. На рис.3 показано распределение преобладающих частот на полевых сейсмограммах в

области целевых горизонтов. Как видно из рисунка 3, в целом, преобладающая частота составляет в среднем 24 Гц. После проведения обработки видимый спектр результирующего материала в среднем составил 35-40 Гц. Качество полевых материалов позволило выявить и протрассировать систему малоамплитудных нарушений в пределах этого месторождения. На рис.4 показано проявление дислокации по материалам 3D съёмки. Одним из результатов этих работ явилось выявление кольматированных образований в толще визейско-башкирского комплекса отложений. На рис.2 и 5 показано проявление низко-



порового тела в толще продуктивного резервуара.

В настоящее время нефтяные и газовые компании пытаются снизить свои затраты на геологоразведочные работы путём упрощения методик полевых работ. При этом, основное внимание уделяется не столько качеству выбранной полевой методики, характеристикам апертур наблюдения и возбуждения, а использованию математических решений при обработке и интерпретации.

Вынужденное удешевление работ, к сожалению, не всегда позволяет надёжно решать прогнозные задачи, особенно в сложных сейсмогеологических условиях.

Как показывает опыт проведения работ, технические характеристики современной сейсморегистрирующей аппаратуры позволяют получать полевой материал, который, при соответствующих математических подходах, может успешно использоваться при решении прогнозных задач в сложных сейсмогеологических условиях Астраханского Прикаспия.

Список литературы

1. Бродский А.Я., Пыхалов В.В., Захарчук В.А., Токман А.К., Тинакин О.В. Тектоно-седиментационные особенности девон-каменноугольных отложений Астраханского свода. // Геология нефти и газа. 2008, №1, стр. 46 – 49.
2. Назаренко В.С., Резникова Н. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. Фундаментальные основы нефтяной геологии. // Фундаментальные основы нефтяной геологии С.-ПБ. ВНИГРИ. 1999, стр. 167-172
3. Боганик Г.Н. Обнаружение неотектонических зон малоглубинной высокоразрешающей сейс-

Рис.3 Распределение видимой частоты сигнала в интервале регистраций от визейско-башкирского комплекса отложений, полученное по полному сейсмограммам (3D МОГТ, ТСС «Прогресс-Т2», 2008г.)

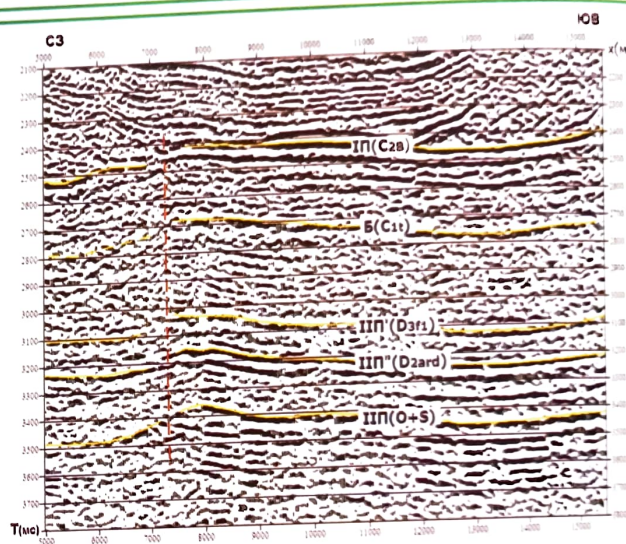
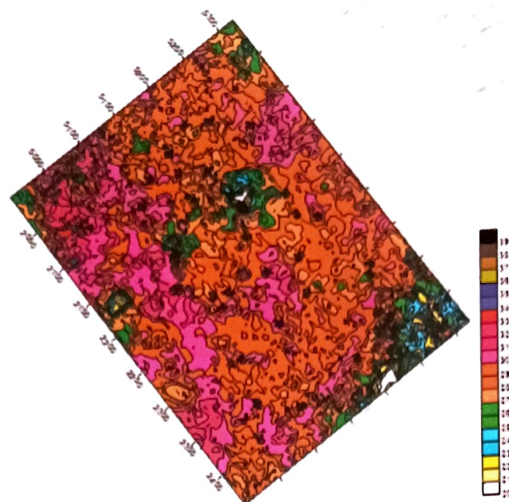


Рис.4 Фрагмент мигрированного временного разреза, полученного в пределах Левобережного сегмента АГКМ. Проявление малоамплитудного нарушения в сейсмическом волновом поле. (3D МОГТ, ТСС «Прогресс-Т2» 2008г.).

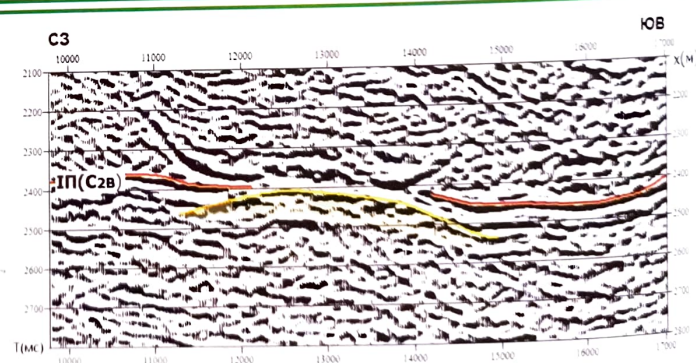


Рис.5 Проявление кольматированного образования в визейско-башкирской толще в сейсмическом волновом поле в пределах Левобережного сегмента АГКМ. (3D МОГТ, 2008г., ТСС «Прогресс-Т2»).

4. Бродский А.Я., Шайдаков В.А., Шлезингер А.Е., Штунь С.Ю. Строение верхней мантии и консолидированной коры в зоне сочленения краёв Карпинского и Астраханского свода // ДАН СССР, Сер. Геол., 1993, Т. 333, №3, стр. 341-343