

ПРИМЕНЕНИЕ ШИРОКОАЗИМУТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ 3Д ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ (ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Самойлов А.В., Яппарова Е.А.¹

1 – ООО «НК «Роснефть»-НТЦ», г. Краснодар, РФ, avsamoylov@rn-ntc.ru

APPLICATION OF 3D AZIMUTH SURVEY FOR SPECIFICATION OF A STRUCTURE OF OBJECTS IN CARBONATE DEPOSITS (TIMANO-PECHORSKY PROVINCE)

Samoylov A.V., Yapparova E.A.¹:

1 - NK Rosneft – NTC, LLC, Krasnodar, Russian Federation, avsamoylov@rn-ntc.ru

Аннотация.

В представленной работе в краткой форме описываются особенности проведения широкоазимутальной съемки 3Д, а также возможность анализа и интерпретации этих данных для изучения объектов в карбонатных отложениях. Сравниваются опытные результаты сейсмических исследований, полученные в различных диапазонах удалений.

Abstract.

In the presented work the brief description of peculiarities of carrying out 3D azimuth survey, as well as the possibility of interpretation and analysis these data for specification of a structure of objects for carbonate reservoirs. The approaches of 3D seismic are discussed.

В современных условиях от сейсморазведки требуются более высокая детальность структурных построений, достоверный прогноз коллекторов, включая обоснованное заключение о петрофизических параметрах разреза и перспективах углеводородонасыщения. Это инициирует непрерывное развитие и совершенствование методики сейсмических исследований, ее оптимизацию применительно к задачам и условиям проведения работ с целью обеспечения получения материалов требуемого качества.

Участок исследований, на примере которого рассматривается эффективность применения широкоазимутальной сейсморазведки, расположен в северной части вала Сорокина, крупной структуры второго порядка, принадлежащей к Варандей-Адзввийской структурной зоне. В целом район исследований характеризуется сложными сейсмогеологическими условиями, обусловленными крутыми углами залегания границ и наличием как крупных взбросов со смещениями блоков порядка 500м, так и системы более мелких дизъюнктивных нарушений, с видимыми амплитудами вертикальных смещений блоков горных пород. Присутствие в разрезе множества тектонических дислокаций, а также неоднородности строения верхней части разреза обуславливают наличие в сейсмическом разрезе регулярных и нерегулярных помех значительной

интенсивности и оказывают сильное искажающее влияние на траектории и времена прихода отраженных волн от глубокозалегающих границ.

В 80-х гг. прошлого столетия на данном месторождении было пробурено 13 поисковых и разведочных скважин. Промышленная нефтегазоносность была установлена в карбонатных и терригенных отложениях от нижнего девона до триаса. Нефти в терригенных отложениях перми являются высоковязкими и на современном этапе работ рассматриваются как объекты второй очереди. В связи с этим дальнейшее исследование перспектив месторождения направлено на уточнение строения отложений карбонатного комплекса. Карбонатные отложения характеризуется резкой литофациальной изменчивостью пород-коллекторов и невысокими фильтрационно-емкостными свойствами резервуара. Начальные дебиты нефти в скважинах не превышали первые десятки тонн в сутки (в пересчете). По этой причине месторождение до недавнего времени считалось нерентабельным, а его разработка практически не осуществлялась.

На сегодняшний день, первостепенная задача доразведки месторождения - детализация строения продуктивных резервуаров, сложенных карбонатными отложениями пермского и каменноугольного периодов.

Все это определяет жесткие требования к качеству и достоверности сейсмических данных, т.к. получение максимально информативной сейсмической записи главным образом влияет на результаты последующей ее интерпретации.

Для решения поставленных задач в полевом сезоне 2011 г. пространственные широкоазимутальные наблюдения 3Д, впервые, здесь реализованы в широкоазимутальном варианте. Результаты применения таких систем наблюдений характеризуются улучшенной азимутальной освещенностью горизонтов сейсмическими волнами, что позволяет получать более уверенные отражения на сейсмической записи, главным образом в области крутозалегающих границ и теневых зон. Также на этапе обработки данных широкоазимутальной съемки имеется возможность учета трехмерности годографов отраженных волн, что позволяет лучшим образом сфокусировать волновое поле, по сравнению с традиционной обработкой.

Полученные данные имеют достаточно высокое качество и позволяют уверенно выделить и сейсмофациально проанализировать все целевые горизонты.

Сопоставление волнового поля, полученного в узко- и широкоазимутальном диапазоне удалений, показывает, что сейсмические данные, полученные с использованием азимутально-зависимых процедур обработки, характеризуются лучшей разрешенностью сейсмической записи, волновое поле в целевом интервале более высокочастотное (рис. 1). В целом применение азимутально-зависимой обработки позволило лучше собрать годографы отраженной волны. Отражающие горизонты в

интервале перспективных отложений карбонатного комплекса прослеживаются увереннее и обладают более выраженными динамическими характеристиками по сравнению с сейсмическими данными, полученными в узко-азимутальном диапазоне.

На этапе интерпретации волнового поля, в интервалах перспективных горизонтов, выделены локальные изменения его характеристик. Прогноз коллекторов выполнен методами сейсмофациального анализа на основе интегрирования данных ГИС и сейсморазведки, по результатам которого уточнены обстановки осадконакопления, сейсмофации палеодепрессий, склонов, эродированных палеосводов, органогенных построек и линий их распространения. Все технологии на этом участке применены впервые.

Так, по результатам сейсморазведочных работ 3Д и последующей интерпретации установлено, что биогермные постройки асельско-сакмарского возраста (P1a+s) развиты значительно шире, чем полагали исследователи в предшествующие годы, что в свою очередь коренным образом изменило представления об областях распространения рифового пояса в карбонатах пермско-карбонового комплекса. Время заложения построек одни исследователи называют пермское (ассельское), другие – верхнекарбоновое (московское). Характерные признаки рифовых построек в волновом поле позволяют сделать предположение о возможном существовании полициклических биогермных тел и в подстилающих отложениях.

На разрезах одномерного сейсмоакустического моделирования кровля рифовой постройки (ОГ P1a+s) четко отбивается скачкообразным увеличением интервальных скоростей на кривой акустического каротажа и высокоамплитудными экстремумами на синтетической и сейсмической трассах. В скважинах, где постройка отсутствует на разрезе одномерного моделирования в кровле ОГ P1a+s отсутствует единичное резкое изменение скоростей и фиксируются слабые амплитудные отражения на уровне шума, а в кровле известняков среднего карбона отмечается резкое увеличение интервальных скоростей и высокоамплитудный интерференционный ОГ S2m. Таким образом, на временных разрезах кровли биогермных построек опознаются как высокоамплитудные отражения над слабоамплитудным ОГ S2m. За границами построек амплитуда ОГ S2m резко возрастает.

По результатам кластерного анализа в интервале отложений нижнесерпуховского яруса выделены сейсмофациальные зоны, аналогичные асель-сакмарским рифовым постройкам. На основании опыта предшествующих исследований и результатов выполненного кластерного анализа в выявленных сейсмофациальных зонах прогнозируются фации органогенных отложений. В пределах турнейского интервала разреза также прогнозируются биогермные постройки. Область их распространения сосредоточена в апикальной части структуры, что связано со сменой обстановки осадконакопления.

Рифовые постройки пермско-карбонатового комплекса формировались в периоды регрессии уровня моря на пологих склонах между мелководным шельфом и более глубоководной его частью в области литорали и сублиторали с карбонатным осадконакоплением. Выделенные биогермные постройки являются полициклическими и унаследованы от отложений раннекаменноугольного периода до кровли пермских карбонатов, что также подтверждено данными бурения и результатами переинтерпретации материалов ГИС. Направление линий рифовых построек, в основном, в крест простирания структуры, а на ее своде – полукруговое с выпуклой стороной в западном направлении. Расположение линий рифовых построек, по нашему мнению, приурочено к местам смены градиентов наклона подстилающих рифы поверхностей.

В заключении необходимо отметить, что качество полученных сейсмических данных с использованием широкоазимутальной системы наблюдений и применением азимутально-зависимых процедур обработки, позволило существенно уточнить структурное строение продуктивных резервуаров, а так же дало возможность эффективного применения современных методик анализа волнового поля. По результатам интерпретации полученного волнового поля уточнены представления о строении и генезисе продуктивного коллектора, что в свою очередь послужило основанием для проведения переоценки ресурсов месторождения и обоснования перспектив его разработки.