УДК: 622.276.031:550.822.3(470.4)

Л.В.КОВАЛЕВА
ОАО «ВолгоградНИПИморнефть»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛНОТЫ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КЕРНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ

Рассмотрена роль комплексных исследований керна при поиске месторождений нефти и газа, а в дальнейшем при изучении их строения. Показана необходимость наиболее полного извлечения керна в целях получения достоверной информации о геологическом строении изучаемых территорий и фильтрационно-емкостных свойствах слагающих их горных пород.

Имея информацию о литолого-петрофизических характеристиках изучаемых отложений и условиях их формирования, можно прогнозировать соответствующие им особенности строения пустотного пространства и фильтрационно-емкостные свойства для аналогичных по строению новых подобных структур. Это позволило бы при максимальном выходе керна уже в одной-двух скважинах получить наиболее полную характеристику разреза, построить петрофизическую модель залежи и месторождения и, тем самым, повысить эффективность геолого-разведочных работ.

Отбор оптимального количества кернового материала – важнейший фактор повышения достоверности информации, получаемой из одной скважины, и сокращения расходов на изучение всей территории.

The paper considers the role of comprehensive core investigations in the process of searching for oil and gas fields and in further study of pool structure. Maximum possible core recovery provides the possibility to obtain more reliable data about geological structure of the area under investigation and filtration-capacity properties of rocks.

Maximum possible data on lithologic-petrophysical properties of sediments and conditions of sedimentation in the area under investigation is a means to forecast the properties of voids' structure and filtration-capacity properties of rocks in similar structures. Maximum possible core recovery from one or two wells will allow for obtaining the most complete characteristics of the section and for simulating of the petrophysical model of the pool and the field i.e., to upgrade the process of exploration.

The present paper puts forward the idea of maximum possible core recovery that will allow for upgrading the reliability of test data obtained in only one well that allows for considerable saving of means to spend for exploration of the territory under investigation.

На ранних этапах поиска и разведки месторождений нефти и газа, а затем при изучении их строения, важная роль отводится петрофизическим исследованиям. Являясь частью комплекса определительских работ, проводимых на образцах керна, они позволяют оценить основные параметры коллекторов нефти и газа: емкость, проницаемость, насыщенность, а также служат основой количественной интерпретации результатов геофизических исследований скважин. Для исследования простых по строению коллекторов достаточно ограниченного числа образцов горных пород. Для сложнопостроенных коллекторов необходимо более детальное изучение: увеличивается число параметров, определяемых на образцах, усложняется характер петрофизических зависимостей между этими параметрами.

В настоящее время все чаще приходится иметь дело с карбонатными отложениями, а именно они, как правило, характеризуются сложным строением резервуара и неоднородностью коллекторских свойств

слагающих пород. Для изучения таких литологически невыдержанных, трещиноватых и кавернозных коллекторов требуется анализ керна, промыслово-геофизические исследования, а также интерпретация результатов испытаний и гидродинамических исследований скважин. Однако если геофизические и гидродинамические исследования проводятся в более или менее полном объеме, то керн отбирается явно в недостаточном количестве. Это значительно затрудняет проведение петрофизических исследований и снижает достоверность сведений об объекте.

Между тем, имея информацию о литолого-петрофизических характеристиках карбонатных отложений и условиях их формирования, можно прогнозировать структуру пустотного пространства и фильтрационно-емкостные свойства коллекторов для аналогичных по геологическому строению разведочных площадей. Это позволило бы при максимальном выходе керна уже в одной-двух скважинах получать довольно полную характеристику разреза и возможность построения петрофизической модели залежи и месторождения.

Рассмотрим в качестве примера Памятно-Сасовское месторождение на территории Волгоградской области, где керновый материал имеется в достаточном количестве. Для уточнения строения месторождения был проведен анализ и обобщение результатов исследований керна и флюидов совместно с данными геофизических исследований скважин (ГИС), испытаний пластоиспытателем на трубах и гидродинамических исследований.

Памятно-Сасовское рифогенное месторождение отличается большой сложностью строения. Природный резервуар этого месторождения имеет в своем составе ложную покрышку, разделяющую флюидоупор и залежь углеводородов. Коллекторы относятся к сложнопостроенным и обладают высокой степенью кавернозности. Повышенная трещиноватость низкопоровых разностей обеспечивает пути фильтрации флюида и обусловливает их отсутствие в продуктивной части неколлекторов. Изучение сложных объектов, аналогичных Памятно-Сасовскому месторождению, требует адекватной методологии исследований. В первую очередь, это относится к работам на керновом материале, поскольку керновые данные лежат в основе всех геологических построений, обеспечивая достоверность количественной интерпретации ГИС.

На месторождении площадью около 15100 м^2 пробурено около 60 скважин, сосредоточенных, как правило, вдоль оси структуры. Керн был отобран из 42 скважин.

Перекрывающие толщи задонских и уметовско-линевских отложений охарактеризованы керновым материалом, отобранным из семи скважин. Всего отобрано 181,3 м керна, из них 57 м из задонских и 124,3 м из уметовско-линевских отложений, что соответственно составляет 24 и 49 % от общей мощности указанных отложений по этим скважинам.

Продуктивные евлановско-ливенские отложения на Памятно-Сасовском месторождении пройдены в 62 скважинах, в 33 из них охарактеризованы керном, на котором проводились работы по изучению коллекторских свойств. Всего отобрано 1100,9 м керна (59,8 % общей мощности отложений). Керновый материал по всему продуктивному разрезу получен только из четырех скважин, но его выход был практически полным и в связи с принадлежностью евлановско-ливенской части разреза к одной литолого-фациальной зоне явился представительным для всего месторождения.

Вскрытая часть продуктивного разреза была изучена литолого-петрографическими, палеонтологическими и физико-химическими методами: определен вещественный состав пород (содержание нерастворимого остатка, кальцита, доломита) и их структурно-текстурные особенности, а также выявлены постседиментационные процессы и установлена структура пустотного пространства.

Коллекторские свойства продуктивных пород евлановско-ливенского возраста изучены на 4999 образцах по следующим параметрам: объемная и минералогическая

плотность, открытая и полная пористость и каверновая емкость. Кроме того, определена остаточная водонасыщенность (3325 образцов) и газопроницаемость и эффективная пористость (3236 образцов). Проведены специальные исследования по определению проницаемости на 83 больших образцах керна методом плоскорадиальной фильтрации.

Анализ и обобщение результатов этих работ позволили проследить условия формирования изучаемого месторождения, характер изменения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов под воздействием вторичных процессов, разработать петрофизические зависимости для количественной интерпретации ГИС и установить критерии оценки типов коллекторов по комплексу ГИС. В результате изучения появилась возможность построить петрофизическую модель залежи. Сложное строение месторождения, характерное для многих рифогенных структур из-за специфики литологических и физико-химических свойств пород, вмещающих и перекрывающих залежь углеводородов, требует специального подхода к изучению и оценке подсчитываемых параметров.

В то же время имеются многочисленные примеры районов, где недостаток кернового материала не позволяет провести аналогичные определительские работы, что сдерживает поисково-разведочный процесс. Так, на территории Астраханской области, в районе Южно-Астраханской зоны поднятий, где пробурено уже достаточное количество скважин, ограниченность кернового материала затрудняет возможность оценки нефтегазоносности этого района.

Площадь Южно-Астраханской зоны поднятий составляет примерно 1000 м^2. В пределах этой зоны пробурено 13 скважин. Только по трем из них имеется информация о керне. Отобрано всего 239,15 м, причем большей частью из неперспективных отложений. На 504 образцах изучены коллекторские свойства пород: общая и открытая пористость, газопроницаемость, объемная и минералогическая плотность и частично водонасыщенность и эффективная пористость. На 139 образцах проведены исследования акустических и электрических свойств пород в термобарических условиях.

В связи со сложностью геологического строения этой территории недостаток керна и невозможность надежной привязки его к разрезу привел к тому, что коллекторские и флюидоупорные свойства пород охарактеризованы плохо. Не установлены отчетливые связи между фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов, структурой пустотного пространства, литологическими особенностями и характером петрофизических зависимостей. Таким образом, даже при достаточном количестве пробуренных на территории скважин ограниченность кернового материала не позволяет ни выявить изменчивость литологии и физических свойств коллекторов, ни надежно интерпретировать промыслово-геофизические исследования, ни восстановить условия осадконакопления. Это затрудняет изучение геологического строения района и снижает эффективность геолого-разведочных работ.

При изучении указанных площадей пришлось столкнуться с еще одной проблемой – сведения о керновом материале либо отсутствуют, либо разбросаны по различным организациям, которые порой находятся далеко друг от друга территориально и принадлежат разным ведомствам. В результате для получения необходимой информации о геологическом строении площади и свойствах слагающих ее пород, необходимо бурение дополнительных скважин и соответственно большие капитальные вложения.

В связи с этим следует при организации работ устанавливать оптимальный объем отбора кернового материала, чтобы полноценно решать поставленные перед геологоразведкой задачи. Об этом важнейшем элементе часто забывают в целях мнимой экономии. В то же время учет этого фактора позволил бы реально повысить информативность и достоверность получаемой информации при ограниченном количестве скважин и сократить расходы на изучение всей площади или месторождения.