

УДК 550.82

РОЛЬ И МЕСТО ГТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ

¹Головин Б.А., ¹Волкова Е.Н., ²Кузнецов И.В.

¹ФГБОУ ВО «СГУ им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, e-mail: Shilov-20-10@yandex.ru;

²ООО НПО «СОЮЗНЕФТЕГАЗСЕРВИС», Москва, e-mail: info@sngs-geo.ru

Общей целью литолого – петрофизических исследований в системе ГТИ является выяснение литологических и петрофизических критериев нефтегазоносности, выявление и прослеживание в разрезе пластовых нефтегазоносных резервуаров. Последовательность методических приемов изучения нефтегазоносных отложений зависят от реализуемых этапов и стадий геолого – геофизических исследований. Для трёх основных этапов геолого- разведочных работ на нефть и газ сформулированы задачи литолого – петрофизических исследований ГТИ, которые носят достаточно ясный и мобильный характер. Они конкретизируются в зависимости от особенностей геологического строения изучаемого региона и состава нефтегазоносных толщ и по мере накопления опыта работы соответствующей службы. Наиболее типичной особенностью исследований подобного рода является получение общей литолого – петрофизической информации в полевых условиях (оперативный режим) с последующей её детализацией в лаборатории (стационарный режим).

Ключевые слова: поисково-разведочные работы, нефть, газ, геолого-технологические исследования (ГТИ), литолого – петрофизические исследования, нефтегазоносность, керн, шлам

ROLE AND PLACE OF GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL SURVEY (GTS) DURING PROSPECTING AND EXPLORATION FOR OIL AND GAS

¹Golovin B.A., ¹Volkova E.N., ²Kuznetsov I.V.

¹SSU named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, e-mail: Shilov-20-10@yandex.ru;

²Souyzneftegazservis, Moscow, e-mail: info@sngs-geo.ru

The overall objective of the lithological and petrophysical surveys in the GTS system is to clarify lithological and petrophysical criteria for oil and gas potential, identify and trace formation of oil and gas reservoirs in section. The sequence of methodical techniques for exploration of oil and gas deposits depends on the implemented phases and stages of geological and geophysical surveys. The objectives of lithological and petrophysical surveys of GTS were defined for the three main stages of oil and gas geological and geophysical surveys. These objectives are quite clear and mobile. They are specified depending on the characteristics of geological structure of the region under study and content of the oil and gas bearing formations, and with the accumulation of experience of the relevant service. The most typical feature of this kind of surveys is obtaining total lithological and petrophysical data in the field conditions (real-time mode), followed by its detailed elaboration in laboratory (stationary mode).

Keywords: prospecting and exploration, oil, gas, geological and technological survey (GTS), lithological and petrophysical surveys, oil and gas potential, core samples, drilling cuttings

В последние годы комплексные геолого-технологические исследования (ГТИ) разрезов осадочных толщ непосредственно в процессе бурения глубоких скважин все более и более внедряются в практику поисково-разведочных работ на нефть и газ. Геологическая составляющая ГТИ обычно включает литологические наблюдения и одновременное прослеживание смены основных литотипов пород, сопровождающееся изучением их петрофизических свойств в наиболее перспективных интервалах [1].

Вовлечение в сферу литолого-петрофизических исследований бурового шлама позволило значительно повысить информативность глубокого бурения путем непрерывной документации разрезов скважин [2, 3]. при этом открылись возможности непосредственного изучения не только пород – коллекторов, но и флюидоупоров, которые

часто оказываются неосвещенными керном в связи с его малыми отборами. Вместе с тем, как показал опыт работ, малый размер частиц шлама ограничивает его использование при определениях коллекторских свойств и изучении текстурно-структурных характеристик пород, в значительной мере определяющих эти свойства. Отсюда вытекает настоятельная необходимость комплексного исследования всего каменного материала, как в образцах керна, так и в пробах шлама, и тесной взаимосвязи их результатов между собой и с данными ГИС. Лишь при таком подходе может быть получен максимум информации о разрезах осадочных нефтегазоносных толщ и особенностях слагающих их пород [4].

Таким образом, общей целью литолого-петрофизических исследований в системе ГТИ является выяснение литологических

и петрофизических критериев нефтегазоносности, выявление и прослеживание в разрезе пластовых нефтегазоносных резервуаров.

Однако их задачи на различных стадиях и этапах нефтегазопоисковых работ будут существенно варьироваться. Если задачи петрофизических исследований керна при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений в основном сформулированы [5], то в отношении задач изучения бурового шлама и его комплексирования с керновыми определениями ясность пока отсутствует.

Ниже делается попытка восполнить этот пробел в соответствии с новыми возросшими требованиями к изучению осадочных нефтегазоносных отложений.

Последовательность поисково-разведочных работ на нефть и газ, а также используемые при этом методические приемы изучения нефтегазоносных отложений зависят от реализуемых этапов и стадий геолого-геофизических исследований [6]. не являются в этом отношении исключениями ГТИ и литолого-петрофизические исследования каменного материала в образцах бурового шлама и керна.

Согласно Временному положению об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ, утвержденным Приказом МПР РФ от 07.02.2001 N 126 «Об утверждении временных положений и классификаций», выделяют три этапа – региональный, поисково-оценочный и разведочный. Каждый из них характеризуется спецификой задач и способов их решения.

Основной задачей региональных работ является получение геолого – геофизической информации с целью оконтуривания и выявления основных черт геологического строения перспективных территорий, изучения предположительно нефтегазоносных комплексов, экранов и коллекторов в разрезе осадочного чехла, выделения возможных зон нефтегазонакопления и первоочередных объектов для дальнейших поисков.

В общем комплексе региональных геолого-геофизических исследований важное место принадлежит бурению параметрических и структурных скважин. А.В. Овчаренко рекомендует разделить параметрические скважины по задачам и условиям заложения на две группы. к первой немногочисленной группе относятся скважины, решающие общую задачу изучения осадочного чехла, его геолого – геофизической характеристики. Бурение этих скважин предшествует проведению региональных геофизических работ.

Во вторую группу входят параметрические скважины, которые закладывают после

проведения региональных или рекогносцировочных геофизических работ и выявления ими антиклинальных перегибов. Для заложения таких скважин выбираются наиболее крупные и рельефные тектонические и тектоно-седиментационные поднятия. Эти скважины по своему значению являются больше опережающими поисковыми скважинами, их основные задачи – изучение нефтегазоносности отложений в пределах конкретных участков перспективных территорий при отсутствии здесь подготовленных к глубокому бурению структур.

Таким образом, одной из наиболее общих задач параметрического бурения (для обоих типов скважин) является определение оптимальных направлений дальнейших поисково – разведочных работ. Поэтому, прежде чем перейти к рассмотрению задач литолого – петрофизических исследований при параметрическом бурении, оговоримся, что под направлением геолого-разведочных работ на нефть и газ мы, вслед за Н.А. Крыловым, будем понимать совокупность однотипных месторождений, поиски и разведка которых ведутся по единой методике и единым комплексом технических средств, которые сосредоточены в одном нефтегазоносном этаже и в пределах единой тектонической зоны.

Последнее обстоятельство, как мы увидим далее, весьма важно, поскольку обеспечивает возможность применения системного подхода при постановке геолого-технологических и литолого-петрофизических исследований и, особенно, при интерпретации их результатов практически на всех этапах и стадиях нефтегазопоисковых работ.

При параметрическом бурении первостепенную важность приобретает выделение в разрезе групп (комплексов) карбонатных, терригенных, терригенно-карбонатных, галогенных, вулканогенно – осадочных и других пород. Процедура выделения и прослеживания смены в разрезе таких групп пород сводится к использованию признаков литологической однородности (постоянные чередования одних и тех же типов пород) или неоднородности (резкие вертикальные или латеральные замещения литологически разнотипных пород) осадочных толщ.

Реализация этой процедуры может быть обеспечена в оперативном режиме ГТИ (табл. 1) непосредственно на буровой путем литологических наблюдений за каменным материалом, определением вещественного состава и емкостных свойств пород либо на градационном уровне (коллектор – неколлектор), либо с использованием визуальных оценочных классификаций.

Таблица 1

Основные задачи ГТИ во временных режимах исследований

Задачи ГТИ и цели разных этапов геологоразведочных работ на нефть и газ	Основные задачи ГТИ в режимах	
	оперативном	стационарном
Региональный этап Изучение общих черт геологического строения, оценка перспектив нефтегазоносности, выявление зон нефтегазонакопления.	Литологическое расчленение разреза, выявление его однородности (неоднородности), а также пород – коллекторов и флюидоупоров.	Выявление нефтегазопроизводящих и аккумулирующих фациальных комплексов. Выделение в разрезе возможных резервуаров УВ. Оценка коллекторских и физико – механических свойств пород.
Поисково-оценочный этап Изучение геологического строения перспективных площадей, открытие месторождений нефти и газа, их предварительная оценка.	Литологическое расчленение с целью ориентировки в разрезе. Выявление коллекторов и прогноз момента их вскрытия, выявление флюидоупоров. Прогноз АВПД.	Детальная литологическая и петрофизическая характеристика коллекторов и флюидоупоров. Моделирование пластовых резервуаров и обеспечение ГИС, обоснование подсчетных параметров.
Разведочный этап Подготовка месторождений к разработке с подсчетом и уточнением запасов по отдельным залежам, подготовка для составления проектов доразведки.	Литологическое расчленение разреза, выделение и предварительная типизация коллекторов. Прогноз момента их вскрытия, прогноз АВПД.	Детальное литолого – петрофизическое моделирование пластовых резервуаров и уточнение существующих моделей. Детальная литолого – петрофизическая характеристика типов коллекторов и получение кондиционных петрофизических зависимостей.

Обнаружение в разрезе характерных смен литотипов пород, указывающих на возможное наличие резервуара УВ, является основанием для передачи каменного материала в стационарную лабораторию для получения более подробной информации о литолого-петрофизических свойствах пород. Изучение последних включает определение

вещественного состава, фильтрационно-емкостных и физико – механических свойств пород. Точность измерения таких параметров, как пористость, проницаемость, твердость и абразивность не регламентируется. Точность определения вещественного состава, основанная на потребностях интерпретации ГИС, приведена в табл. 2.

Таблица 2

Геофизические параметры и точность их определения для различных этапов работ

Задачи ГТИ и цели основных этапов геологоразведочных работ на нефть и газ	Критерии (параметры) и точность их определения для решения геологических задач	
Региональный этап Изучение общих черт геологического строения, оценка перспектив нефтегазоносности, выявление зон нефтегазонакопления	Вещественный состав, емкость пород на градиционном уровне	Вещественный состав в соответствии с принятыми классификациями осадочных пород. Емкость – оценка открытой пористости, точность не регламентируется. Твердость, абразивность.
Поисково-оценочный этап Изучение геологического строения перспективных площадей, открытие месторождений нефти и газа, их предварительная оценка	Вещественный состав на полуинструментальном уровне (ИК). Емкость на полуинструментальном уровне (ЯМР)	Пористость (точность + 5 – 10%). Проницаемость (точность не регламентируется). Коэффициенты нефти – и водонасыщенности (точность + 7–10%). Вещественный состав комплексов инструментальных методов
Разведочный этап Подготовка месторождений к разработке с подсчетом и уточнением запасов по отдельным залежам, подготовка для составления проектов доразведки	Вещественный состав на полуинструментальном уровне (ИК). Емкость на полуинструментальном уровне (ЯМР)	Пористость (точность + 2 – 5%). Проницаемость (точность + 15 – 25%). Коэффициент нефти – и водонасыщенности (точность + 3 – 7%). Вещественный состав комплексов инструментальных методов

Основной задачей поисково-оценочного этапа является детальное изучение геологического строения районов, поиск локальных ловушек и конкретных перспективных площадей, выявление в разрезе продуктивных и перспективных горизонтов, получение исходных данных для подсчета запасов.

В оперативном режиме ГТИ решаются задачи литологического расчленения разрезов, выделения коллекторов и прогноз момента их вскрытия. при опосковании глубокозалегающих объектов (более 4,5 км) важное значение приобретает задача прогнозирования АВПД. Выявление и прослеживание в разрезе продуктивных горизонтов, коллекторов и экранов в их составе требует привлечения к исследованию пород в полевых условиях экспрессных полуинструментальных и инструментальных методов. Весьма полезным в деле изучения вещественного состава окажется метод ИК-спектрометрии, а пористости пород – ЯМР – анализ.

В задачи стационарных ГТИ на этом этапе входит детальная литологическая и петрофизическая характеристика коллекторов и флюидоупоров, обеспечение ГИС и получение петрофизических зависимостей и обоснование подсчетных параметров. Возрастающие требования к точности определений (табл. 1,2) обуславливают необходимость лабораторного изучения практически всего объема каменного материала. Сгущается частота отбора проб как шлама, так и керна.

Особенностью поисково-оценочного этапа является размещение скважин по определенной системе – сетке или профильным пересечением перспективных площадей. в связи с этим, при условии оснащения всех буровых станциями ГТИ, перед стационарными исследованиями должна ставиться задача площадного трасирования коллекторов и флюидоупоров и моделирования пластовых нефтегазоносных резервуаров. Методика такого моделирования с применением системного подхода была рассмотрена нами ранее и опробована при изучении резервуаров нижнего карбона Северо – Лиманского месторождения.

Прогнозирование АВПД в глубокозалегающих продуктивных толщах должно базироваться на определениях плотности,

пористости и содержания связанной воды в глинистых породах [2].

Необходимо учитывать, что методика ГТИ на поисковом этапе во многом зависит от направления геолого – разведочных работ. Ясно, что наборы методических приемов литолого – петрофизических исследований при изучении карбонатных (например, рифогенных) и терригенных (например, аллювиально-руслowych или дельтовых) нефтегазоносных осадочных комплексов будет существенно варьировать. Однако этот вопрос является предметом специальных исследований и здесь не рассматривается.

В задачи разведочного этапа входит изучение структурных особенностей выявленных месторождений, состава продуктивных пластов, эффективной мощности, коллекторских свойств, нефтегазонасыщения и характера изменения этих параметров по разрезу и площади.

В этой связи к задачам оперативных литолого – петрофизических исследований, реализованных на поисковом этапе, добавляется предварительная типизация вскрываемых скважинами коллекторских толщ. Она должна осуществляться на основе априорной литолого – петрофизической информации, полученной при изучении каменного материала поисковых скважин. при целенаправленном исследовании уже известных продуктивных горизонтов частота отбора проб в их пределах сгущается.

На разведочном этапе накапливается большой массив литологической, петрофизической и промыслово – геофизической информации не только по месторождению в целом, но и по отдельным залежам. Систематизация этой информации с целью подготовки данных для подсчета запасов и проектирования разработки должна реализоваться в детальном литолого-петрофизическом моделировании отдельных резервуаров с выделением и прослеживанием типов коллекторов и оценкой экранирующих свойств пород – флюидоупоров. по мере накопления материала модели уточняются. Составление их, по-видимому, можно осуществлять с учетом всех типов петрофизических зависимостей. Точность определения всех параметров при этом возрастает (табл. 3).

Таблица 3

Требования к точности определения минеральных компонентов при изучении вещественного состава пород в стационарном режиме ГТИ.

Этапы работ	Точность определения состава пород, %	
	карбонаты и эвапориты	терригенные
Региональный	8 – 10	~10
Поисково-оценочный	≥5	≥5
Разведочный	≥3	≥3

Подводя итог изложенному, отметим, что формулировка указанных выше задач литолого – петрофизических исследований ГТИ носит достаточно ясный и мобильный характер. Они конкретизируются в зависимости от особенностей геологического строения изучаемого региона и состава нефтегазоносных толщ и по мере накопления опыта работы соответствующей службы. Наиболее типичной особенностью исследований подобного рода является получение общей литолого-петрофизической информации в полевых условиях (оперативный режим) с последующей её детализацией в лаборатории (стационарный режим). Таким образом, в соответствии с Временным положением об этапах и стадиях геолого-разведочных работ на нефть и газ, утвержденным Приказом МПР РФ от 07.02.2001 N 126 «Об утверждении временных положений и классификаций», Технической инструкцией по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин, принятой в соответствии с Приказом Минэнерго России от 09.02.2001 г. № 39 с 01.03.2001 г. «О введении в действие РД 153–39.0–069–01», Национальным стандартом Российской Федерации, утвержденным Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 августа 2009 г. № 295 – ст. сформирована информационная система ГТИ [7], позволя-

ющая решать ряд прогнозных геолого – геофизических задач.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53375–2009 Скважины нефтяные и газовые. Геолого-технологические исследования. Общие требования. Дата введения 2010–07–01.
2. Головин Б.А., Морозов С.Н., Калинин М.В. Гамма-спектрометрические исследования в Саратовском Поволжье // Недр Поволжья и Прикаспия. – 1997. Вып.2. – С. 54–58.
3. Кожевников С. В., Морозов С.Н., Головин Б.А. Возможности ядерно-физических и геохимических методов анализа шлама при изучении карбонатных резервов нефти и газа (на примере месторождения Жанажол) // Нетрадиционные методы геохимических исследований на нефть и газ. М.: ВНИИ геоинформационных систем, 1989. – 172 с.
4. Головин Б.А., Александров Д.В., Калинин М.В. Предпосылки создания комплексной интерпретации данных ГИС и ГТИ // Новые идеи геологии и геохимии нефти и газа. Актуальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа. Материалы седьмой Международной конференции. – М.: GEOS, 2004. – С.124–125.
5. Орлов Л.И., Карпов Е.Н., Топорко В.Г. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа. – М: Недр, 1987. – 216 с.
6. Головин Б.А., Головин К.Б. Классификация коллекторов в разрезах Саратовского Поволжья по результатам анализа промыслово-геофизических и геолого-технологических материалов // Недр Поволжья и Прикаспия. – 2003. – Вып.33. – С.54–62.
7. Коссович Л.Ю., Головин Б.А., Попов Е.С., Волкова Е.Н. Интеграция классического университета и передовой геологической науки – веление времени (на примере ГТИ) // Материалы научно-практической конференции «Особенности развития ГТИ в условиях формирования нефтегазового сервиса». Москва, 17–20 мая 2010 г.