

Новые стандарты изучения месторождений – разрез своими глазами

опыт отбора и анализа керна на месторождениях
«Салым Петролеум Девелопмент»

New Standards for Oilfield Study:

Sampling and Well Core Analysis in
the Oilfields of Salym Petroleum Development



Я.Е. Волокитин, Хабаров А.В., Баранов В.Б., Анискин А.А., G.de Broucker

Салым Петролеум Девелопмент

Ja.E. Volokitin, A.V. Khabarov, V.B. Baranov, A.A. Aniskin, G. de Broucker

Salym Petroleum Development

Введение

Выбуруенный и доставленный на поверхность образец горной породы – керн, является, пожалуй, единственным достоверным источником геологической информации об изучаемом нефтегазоносном пласте.

В сопоставлении с масштабами всего месторождения скважина подобна тонкой нити, подвешенной в огромной комнате. Вместе с тем, в отношении геологического моделирования изучаемого резервуара, керновые данные являются тем основополагающим фундаментом, на котором базируются все последующие слои накопленных знаний.

Таким образом, огромную значимость керновых материалов, в сравнении с их физическим объемом, сложно переоценить. В связи с этим, сохранность каменного материала при его отборе, выносе и транспортировке представляется, как одна из первоочередных задач в ходе сбора информации об изучаемом резервуаре.

К сожалению, и в наши дни, применение архаичных технологий отбора керна приводит, зачастую, к безвозвратной потере ценнейшей информации, вследствие механического разрушения керна и замещения поровых флюидов фильтратом бурового раствора.

Introduction

Drilled out and delivered to the surface, a rock specimen or a core, is, perhaps, the only reliable source of geological information on the oil-and-gas bearing formation being studied.

Compared with the scale of the whole oilfield, the well is like a thin thread suspended in a huge room. At the same time, as regards the geological simulation of the reservoir being studied, core data are the principal foundation on which all subsequent knowledge will be based.

Thus, it is difficult to overestimate the great significance of core materials in comparison with their physical volume. Therefore, the integrity of the rock material during sampling, recovery and transportation is considered to be the primary concern in the process of collecting information on the reservoir being studied.

Unfortunately, nowadays, the application of obsolete core sampling technologies results in the permanent loss of valuable information due to the mechanical disintegration of the core and the substitution of pore fluids with drilling fluid filtrate.

As mentioned many times before, SPD is committed to the principle of making decisions on the basis of quality data. According to this rule, everything possible

Как уже не раз упоминалось, компания СПД придерживается принципа «принятия решений на основе качественных данных». В соответствие с этим правилом в компании делается все возможное для достижения 100%-го выноса керна, сохранения его естественного насыщения и всестороннего анализа отобранного каменного материала. Осуществленный СПД анализ существующих технологий (и подрядных компаний владеющих ими) привел к выбору НПП «СибБурМаш».

Научно-производственное предприятие «СибБурМаш» владеет специальными технологиями бурения с отбором изолированного керна, предельно минимизирующими фильтрацию РВО в керн и сохраняющими его естественное насыщение.

Повышение эффективности производства при отборе керна

Из опыта концерна «Шелл» в других странах при различных условиях бурения вынос керна на поверхность составляет в среднем 60-70% при метраже отбора 20-25 метров за одну спуско-подъёмную операцию.

Интеграция мирового опыта Шелл и технологии СибБурМаш, тесное взаимодействие специалистов

is done in the company to achieve 100% core recovery, the preservation of its native wettability and the comprehensive analysis of a rock material sample. SPD has analysed existing technologies and sub-contractor companies which own such technologies and decided to select one of the technologies of SibBurMash Scientific Research Enterprise.

SibBurMash Scientific Research Enterprise (SRE) owns special technologies for drilling with isolated core sampling which minimize the filtration of water-based drilling fluid (WBDF) into the core, preserving its native wettability.

Improving the Effectiveness of Production during Core Sampling

Based on the experience of SHELL in other countries, core recovery to the surface under different drilling conditions comprises on average 60-70% at 20-25 metres sampled metrage per round trip

The integration of the worldwide experience of SHELL and SibBurMash technology and the close cooperation between the specialists of the two companies has resulted in successful core sampling from 27 wells in the Salym Group's oilfields, beginning in 2004. The overall length of the extracted core comprised over

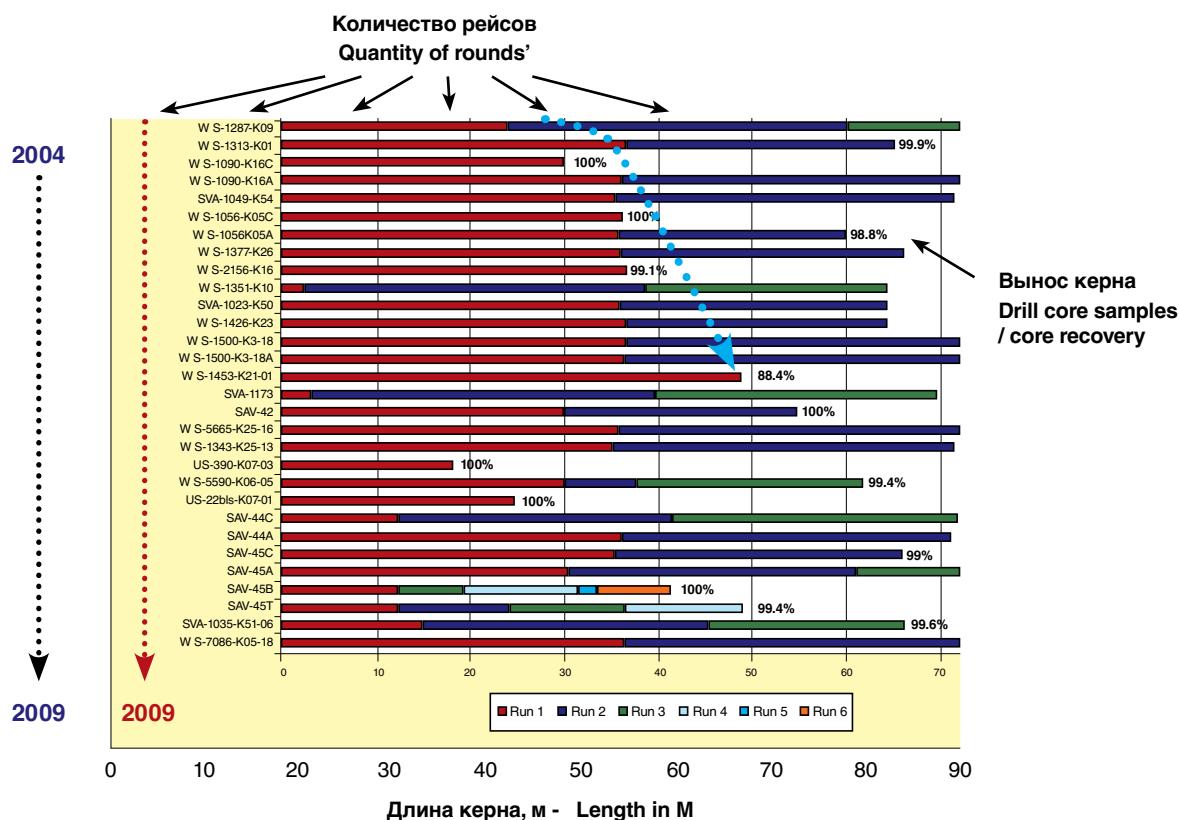


Рис. 1. Динамика улучшения показателей отбора керна

Fig. 1. Core Recovery Improvement Performance

обеих компаний привели к тому, что, начиная с 2004 года на Салымской группе месторождений был успешно отобран керн из 27 скважин. Суммарная длина извлеченного на поверхность керна составила более 2-х километров со средним качеством выноса 98,9% (средний вынос керна в компании «СибБурМаш» ≈94%). Выполнено 82 спуско-подъемные операции. В 68 случаях достигнута 100%-я сохранность каменного материала.

В начале сотрудничества, длина поднятого за один рейс керна составляла 6-12 метров (средний показатель по Западной Сибири), что требовало 4-6 рейсов для полного отбора керна в исследуемом интервале (пластинах AC10-AC11).

С целью снижения экономических затрат и повышения эффективности проводимых работ компанией «СПД» был осуществлен пересмотр производственных стандартов. Интервал отбора керна за один рейс был увеличен до 36 метров (рис. 1). Компания СибБурМаш успешно справилась с поставленной задачей. Это привело к снижению до числа двух общего количества рейсов на скважину. В январе 2008 года был достигнут рекордный показатель: 48,5 метров за один рейс со 100% выносом, несмотря на суровые погодные условия во время операции – минус 38 градусов С°.

В результате, механическая скорость бурения с отбором керна с 2004 года увеличилась с 1,96 м/час до 7,93 м/час. Затраты времени на извлечение 72 метра керна снизились с 6 до 2 дней. Это позволило сократить более чем на 50% время бурения скважин с керном. Таким образом, «СибБурМаш» с помощью специалистов «СПД» поднял планку отбора керна на территории Западной Сибири на новую высоту.

Подход к вопросам техники безопасности и охраны труда

Техника и технология отбора керна

Применяемая в СПД методика по отбору и анализу изолированного керна позволяет получить керновый материал, в котором проникновение фильтрата бурового раствора в керн сведено к минимуму.

Для этого используется керновый снаряд «КИ» (керноотборник изолирующий) с внутренними пластиковыми пеналами и изолирующим агентом (неполярное масло) внутри керноприемника (рис. 2).

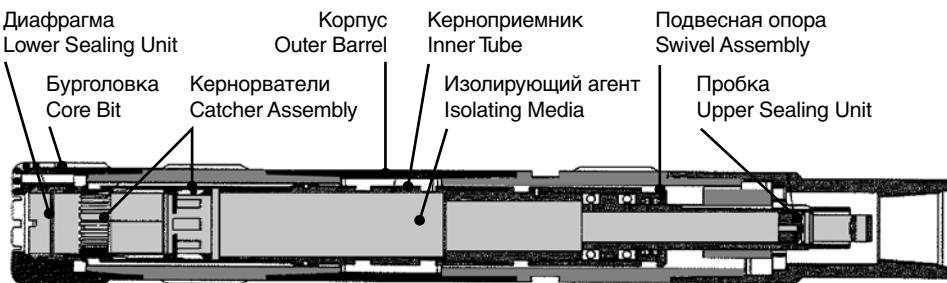


Рис.2 Конструкция изолирующего керноотборника
Fig.2 Isolating Core Retrieval Barrel Construction

2 kilometres with a 98.9% average quality of core recovery (average core recovery of SibBurMash ≈94%). 82 round trips were made. 100% preservation of rock material was achieved in 68 cases.

At the beginning of this cooperation, the length of the core withdrawn per trip comprised 6-12 metres (mean value for Western Siberia), which required 4-6 trips for a full core sampling in the interval being studied (formations AC10-AC11).

With the aim of minimising costs and improving the efficiency of operations, SPD reviewed its production standards. The core sample interval per trip was increased to 36 metres (Fig 1). SibBurMash successfully managed this task, which reduced the total number of trips per well to two. In January 2008, a record-breaking figure was achieved: 48.5 metres per trip with 100% recovery, in spite of severe weather during operations – minus 38 C°.

As a result, as from the year 2004 the mechanical drilling speed with core sampling increased from 1.96 m/h to 7.93 m/h. The time required for 72 m core withdrawal dropped from 6 to 2 days, making it possible to reduce the core drilling time by 50%. As can be seen from the above, SibBurMash, together with the specialists of SPD raised the level of core sampling in Western Siberia to a new height.

Health & Safety Policy

Equipment & Core Sampling Technology

The method for isolated core sampling and analysis used by CPD makes it possible to receive core material with a minimum penetration of drilling fluid filtrate. An isolating core retrieval barrel with an internal plastic tube and fluid (non-polar oil) inside an inner core recovery tube is used for this purpose (Fig 2).

Isolating oil minimizes the impact of drilling fluid filtrate on the core and plastic cases provide extra protection against mechanical damage and insulate it from the environment (Fig 3).



**ОН НЕ ИМЕЕТ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ,
О ВАШИХ САМЫХ НИЗКИХ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТАХ.
ОН ПРОСТО ИЗВЛЕКАЕТ ИЗ ЭТОГО ПОЛЬЗУ.**

Технические решения дрессер-рэнд обладают как экономическими, так и экологическими преимуществами. Наши передовые технологии и инновационные решения доступны для вас в рекордно короткие сроки, с качеством и надежностью, которые начинают работать на вас незамедлительно. Наша сеть из 40 сервисных центров и центров поддержки, охватывающая более 140 стран мира, готова помочь обеспечить бесперебойную работу вашего оборудования. Мы помогаем сократить затраты на защиту окружающей среды и отвечаем на растущие потребности в производстве энергии экологически приемлемым способом.

**Приглашаем Вас посетить стенд фирмы Дрессер-Рэнд
на выставке Нефтегаз 2010 Павильон 2 Зал 2 Стенд 22D80**

119034 Россия, Москва; Сеченовский пер. 9, офис 16

Тел.: 7-495-637-75-16. Факс: 7-495-637-45-76

Эл. адрес: DR_Moscow@dresser-rand.com

Территория Европы, тел.: 33-2-35-25-52-25. Факс: 33-2-35-25-53-66.53-67

DRESSER-RAND

Bringing energy and the environment into harmony.*



» www.dresser-rand.com
» www.dresser-rand.com/ru/

Благодаря изолирующему агенту керн наименее подвержен влиянию фильтрата бурового раствора, а пластиковые пеналы обеспечивают дополнительную защиту от механических повреждений и изоляцию от внешней среды (рис.3).

При подъеме компоновки низа бурильной колонны (КНБК) на стол ротора, керноприемник спускается на мостки, где из него извлекаются пластиковые пеналы с керном. Шестиметровые пеналы маркируются и разрезаются на метровые секции. Далее, с торца каждой полученной секции откалываются небольшие кусочки 4-5мм толщиной, используемые в дальнейшем для экспресс-анализа литологии, минералогии и характера насыщения горных пород непосредственно на скважине. После отбора торцевых образцов секции герметично закрываются с обеих сторон и отправляются в лабораторию для анализа (рис. 4).



Рис. 4 Фото пеналов и тубусов с керном
Fig.4 Picture of the cases and tubes with a core

Проводимая в лаборатории распиловка керна с последующим фотографированием в дневном и ультрафиолетовом свете позволяет ориентировочно оценить видимую глубину проникновения ФБР. Так, на фотографии керна в ультрафиолетовом свете (рис.5) хорошо видно, что глубина проникновения ФБР в керн не превышает в среднем 5-10мм.

При этом, насыщение внутренней части керновой колонки практически не подвержено искажающему влиянию технической жидкости. С целью проверки, в СПД был проведён отбор керна с применением люминесцентного раствора (флуоресцеин-натрия), добавлявшегося в систему циркуляции промывочной жидкости при отборе керна (рис.6).

После извлечения, из центральной части керна высверливались цилиндрические образцы (2 см в диаметре), немедленно консервируемые посредством парафинирования и используемые в



Рис.3 Операция по извлечению изолированных пеналов с керном из керноотборного снаряда

Fig.3 Withdrawal of Isolated Cases with Core from the Core Retrieving Barrel

When lifting the bottom hole assembly (BHA) to the rotary table, the core-retrieving barrel is lowered to the ramp, where plastic cases containing core samples are retrieved. Six-metre cases are marked and cut into one-metre sections.

Then, small pieces of 4-5 mm thickness are cut from the end of each section and are used for express analysis of the lithology, mineralogy and rock saturation type on the well. During the sampling of section end pieces, sections are sealed from both sides and sent to the laboratory for analysis (Fig. 4).

Splitting the core with further photographing in daylight and ultraviolet light in the laboratory allows an approximate evaluation of the visible depth of a drilling fluid filtrate (DFF). The photograph below, Pic. 5, shot in ultra violet light shows that the depth of DFF penetration into the core does not exceed 5-10 mm.



Рис.5 Фотография керна в ультрафиолетовом свете с видимой зоной проникновения ФБР

Pic.5 Photograph of a core in ultra violet light with a visible zone of DFF penetration

Having said that, the saturation of the internal part of the core column is virtually unaffected by a distortion effect of technical fluids. For testing purposes, SPD carried out core sampling using a luminescent solution (soluble fluorescein), which was added to the circulation system of the drilling mud during core sampling (Pic.6).

КНИЖНАЯ СЕРИЯ ОАО «НК «РОСНЕФТЬ»: БИБЛИОТЕКА НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА

«Стремясь способствовать распространению знаний, НК «Роснефть» инициирует издание серии, в которой планируется выпускать наиболее значимые книги российских и зарубежных ученых, обобщающие лучший мировой опыт в области поиска, разведки и добычи нефти и газа ...»

Президент НК «Роснефть»
Богданчиков С.М.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

С. М. Богданчиков, НК «Роснефть»

Ответственный редактор

М. М. Хасанов, НК «Роснефть»

К. С. Басинев, РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, РАН

Г. Г. Гилаев, НК «Роснефть»

А. Н. Дмитриевский, Институт проблем нефти и газа РАН

С. И. Кудряшов, Министерство энергетики РФ

В. Г. Мартынов, РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

М. Е. Ставский, НК «Роснефть»

Э. М. Халимов, ВНИГРИ, РАН

БЕСТСЕЛЛЕРЫ СЕРИИ «БИБЛИОТЕКА НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА»



Уилхайт Г.П.
ЗАВОДНЕНИЕ ПЛАСТОВ
ИКИ, 2009, 704 стр.
Оригинальное издание:
Willhite G.P.
Waterflooding
SPE Textbook Series V. 3, 1986

Заводнение является одним из основных методов повышения нефтеотдачи, эффективность его проведения зависит от качества проектирования. В книге сначала рассматриваются основные принципы несмешивающегося вытеснения, затем описывается системная процедура проектирования заводнения. Также описаны некоторые программы, используемые для проведения сложных расчетов.



Уолли М., Лейк Л.
ПЕРВИЧНЫЕ МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ
ИКИ, 2008, 672 стр.
Оригинальное издание:
Walsh M., Lake L.
A Generalized Approach to Primary Hydrocarbon Recovery
Elsevier, 2003

Книга служит введением в современную теорию первичных методов разработки месторождений. В основных разделах систематически рассмотрены свойства пород и флюидов, виды пластовой энергии и пластовые режимы, лабораторные PVT-методы и процедуры сепарации, методы материального баланса, режимы течения флюидов, приток воды в пласт, продуктивность скважин и кривые истощения пласта.



**Малышев Н.А.,
Никишин А.М.
(ред.)**
ГЕОЛОГИЯ ДЛЯ НЕФТЯНИКОВ
ИКИ, 2008, 360 стр.



В книге отражены современные научные представления о строении Земли, истории ее геологического развития, разнотипных и разномасштабных структурах земной коры. В ней рассматриваются основные положения концепции тектоники литосферных плит. Особое внимание уделено геологии осадочных бассейнов и методам их изучения. Отдельно рассмотрены вопросы моделирования углеводородных систем.



Эрлагер Р. мл.
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН
ИКИ, 2006, 512 стр.
Оригинальное издание:
Earlougher R.C., Jr
Advances in Well Test Analysis
SPE Monograph Series V. 5, 2003

В книге изложены методы исследований скважин на нестационарных режимах и соответствующие методики интерпретации, приведены оценки влияния различных факторов на результаты исследований, освещены вопросы планирования исследований и выбора измерительного оборудования. Рассматриваемые методы исследований иллюстрируются примерами.

ТАКЖЕ ВЫШЛИ В СВЕТ

Мирзаджанзаде А. Х. «Введение в специальность», ИКИ, 2010, 280 стр.

Матерон Ж. «Основы прикладной геостатистики», ИКИ, 2009, 460 стр.

Дейк Л.П. «Практический инжиниринг резервуаров», ИКИ, 2008, 668 стр.

Косентино «Системные подходы к изучению пластов», ИКИ, 2007, 400 стр.

Экономидес М., Олини Р., Валько П. «Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта: от теории к практике», ИКИ, 2007, 236 стр.

Брилл Дж.П., Мукерджи Х. «Многофазный поток в скважинах», ИКИ, 2006, 384 стр.

Готовятся к печати в 2010 г.

Дж. Фанчи «Моделирование фильтрационных потоков в пластах»

П. Роуз «Анализ рисков и управление нефтегазопоисковыми проектами»

Дж. Лучия «Карбонатные коллекторы. Интегрированный подход»

Р. Батлер «Горизонтальные скважины в добыче нефти, газа и битума»

М. Экономидес, К. Нолте «Стимулирование продуктивных пластов»

Е.А. Копилевич, И.А. Мушин, Е.А. Давыдова, М.Л. Афанасьев

«Комплексное спектрально-скоростное прогнозирование типов геологического разреза и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов»

Издания серии «Библиотека нефтяного инжиниринга» и другие книги, выпускаемые Институтом компьютерных исследований и Научно-издательским центром «Регулярия и хаотическая динамика», можно приобрести:

- через интернет-магазин Mathesis: <http://shop.rcd.ru>
- через представительства «ИКИ» и НИЦ «РХД»:

г. Ижевск
Удмуртский государственный университет
ул. Университетская, д. 1, корп. 4, к. 211
тел./факс: (3412) 50 02 95
subscribe@rcd.ru

г. Москва
ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН
ул. Бардина, д. 4, корп. 3, к. 414
тел.: (495) 641 69 38, факс: (499) 135 54 37
rhd-m@mail.ru

- в магазинах г. Москвы и Московской области, г. Санкт-Петербурга.
Подробная информация о точках продаж представлена на сайте интернет-магазина <http://shop.rcd.ru>

дальнейшем для оценки загрязненности поровых флюидов фильтратом БР (рис.7).



Рис.7 Отбор и консервирование образцов керна на скважине

Pic.7 Core Sampling and Preservation on the Well

Проведенные лабораторные исследования показали, что степень проникновения фильтрата в центральную часть керна составляет в среднем 2%, т.е. практически отсутствует.

Анализ керна с сохраненным насыщением

Высокий процент выноса керна и сохранение его естественного насыщения выводят геологические и петрофизические представления о месторождении, поистине, на новый уровень знаний.

Очевидно, что высокая сохранность поднятого на поверхность каменного материала является важнейшим составляющим последующего эффективного моделирования резервуара по результатам лабораторных исследований ФЕС, литологии, минералогии, гранулометрии и структурных особенностей изучаемых горных пород. Вместе с тем, в этой статье, авторам хотелось бы сделать акцент на активной работе исследователя с имиджевыми материалами керна. В этом свете, особую роль при анализе каменного материала, наряду с лабораторными определениями, играют фотографии керновой колонки в дневном и ультрафиолетовом свете. Будучи загруженными в программу обработки и интерпретации геолого-геофизических данных, изображения керна, увязанные с каротажными материалами позволяют исследователю, в буквальном смысле, увидеть своими глазами весь разрез, вскрытый скважиной.

По своей информативности сформированные цифровые имиджи полноразмерного керна можно сравнить с обнажениями горных пород в условиях их «мгновенного» выноса из недр на дневную поверхность с сохранением глубинного насыщения и охарактеризованных в дополнение каротажным материалом. Такие данные позволяют снять большинство традиционных неопределенностей



Рис.6 Введение люминесцентного раствора в систему циркуляции промывочной жидкости

Pic.6 Introduction of luminescent solution into the circulation system of the washing fluid

Upon withdrawal, cylindrical samples of 2 cm in diameter were drilled out from the central part of the core and immediately preserved by wax coating to be used in the future for assessing the contamination of bore fluids by drilling fluid filtrate (Pic.7).

Laboratory research has showed that the degree of filtrate penetration into the central part of the core comprises on average 2%, i.e. practically absent.

Core Analysis with Preserved Saturation

The high percentage of core recovery and the preservation of its natural saturation lead geological and petrophysical oilfield design to a truly new level of knowledge.

Obviously, the high degree of preservation of the rock material removed to the surface is an important component in the subsequent efficient reservoir modeling based on the results of reservoir property studies in the laboratory, lithology, mineralogy, grain-size classification and the structural characteristics of the rocks being studied.

Alongside this, the authors of this article want to highlight the researcher's thorough work of the image core materials. Alongside laboratory analysis results, an important role for rock material analysis is played by the core column photographs taken in daylight and in ultra violet light. Core images loaded into the program for the processing and interpretation of geological-petrophysical data compared with logged materials allow researchers to see for themselves the whole core intersection opened by a well. The information value of the digital images of a full-size core could be compared with the outcropping of rocks in the conditions of "instantaneous" recovery from the subsurface to the

связанных с ограничением разрешающей способности каротажных методов, уточнить литологию горных пород, увидеть истинные мощности прослоев, текстурные особенности, распределение насыщенности, наличие невидимых для каротажа гетерогенных коллекторов.

Полная сохранность каменного материала устраниет также проблему привязки керна к каротажным данным, позволяя сопоставлять керновые и каротажные характеристики горных пород во всем целевом интервале с высокой статистической обоснованностью (рис.8).

Приведем некоторые примеры, иллюстрирующие

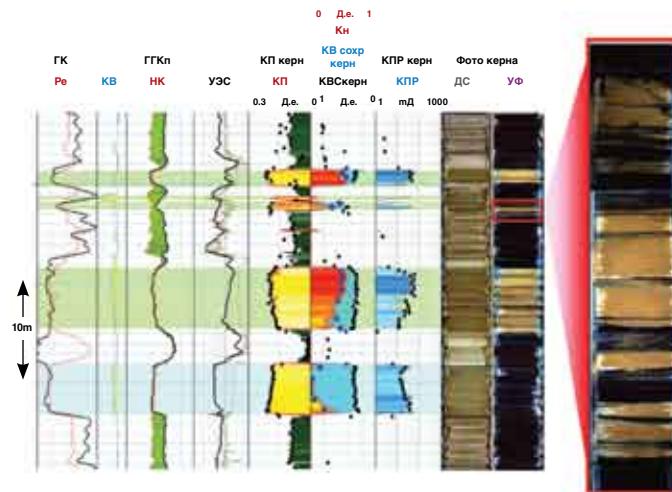


Рис.8 Пример сопоставления каротажных материалов, результатов лабораторных анализов керна и фотографий керна в дневном и ультрафиолетовом свете

Pic.8 Example of the Comparison of Logging Materials, Laboratory Core Analysis Results and Photographs of Core in Daylight and Ultra Violet Light

ключевую роль подобной керновой информации при разрешении различного рода геологических неопределенностей.

Так в одной из скважин был вскрыт новый (для разбуриваемой территории) тип нефтенасыщенного гетерогенного коллектора – «песчано-глинистый конгломерат». В отсутствии керновых данных, такой коллектор был бы, скорее всего, практически полностью пропущен, в связи с его «невидимостью» для каротажных методов и стандартной методики их интерпретации (рис.9).

При вскрытии разведочными скважинами разрезов ачимовской свиты на участках СПД, как правило, возникают существенные сложности интерпретации полученных материалов ГИС. Причиной этого, зачастую, являются крайне низкие коллекторские свойства пород ачимовской пачки, недостаточная

surface with the preservation of subsurface saturation and, in addition, are characterised by the logging materials. Such data allow the elimination of major traditional uncertainties connected with the limited resolution characteristics of logging methods, specify the lithology of rocks, show the true thickness of formations, their textural features, saturation distribution and the presence of heterogenic collectors that are not visible for logging.

The full preservation of the rock material also eliminates the problem of tying the core to the logging data, allowing the comparison of the core and the logging characteristics of rocks throughout the entire interval with high statistical relevance (Pic.8).

Pic.8 Shows an example of the comparison of logging materials, laboratory core analysis results and photographs of core in daylight and ultra violet light.

Below are some examples showing the key role of the core information for the resolution of various geological uncertainties:

A new type of oil saturated heterogeneous reservoir – “sandy-argillaceous conglomerate” (for the particular drilling territory). If no core data had been available, Then the chances are that such a reservoir would have been missed due to its “invisibility” to the logging methods and the standard procedures used to interpret them (Pic.9).

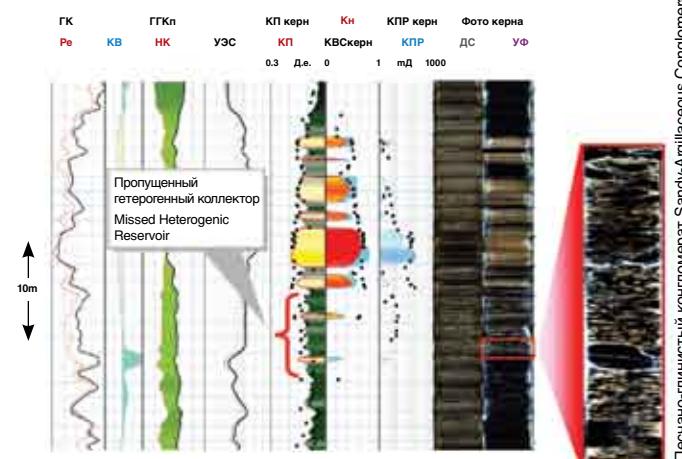


Рис.9 Пример выделения нефтенасыщенного песчано-глинистого конгломерата

Pic.9 Example of Detection of Oil Saturated Sandy-Argillaceous Conglomerate

When opening the drill core of the Achimov formation on SPD sites by exploration wells, as a rule, there are essential problems with the interpretation of logging materials. This is because of the extremely low reservoir

изученность их петрофизических характеристик, затруднения с получением достоверных величин минерализации пластовой воды в малопроточных объектах и т.д.

В то же время, как известно, даже незначительные изменения калибровочных параметров интерпретационной модели для подобных низкопроницаемых коллекторов приводят к значительным изменениям в оценке их эффективных толщин и степени насыщения. Все это может привести к серьезным ошибкам при прогнозе продуктивности таких резервуаров, сложных с позиции их разработки.

Так, при анализе каротажных данных одной из разведочных скважин СПД, вскрывших ачимовскую толщу (рис.10), может возникнуть впечатление о наличии значительных эффективных толщин и возможной перспективности рассматриваемых отложений, в связи с повышенными значениями удельного электрического сопротивления опесчаненных пачек и их вероятным нефтенасыщением (рис.10, левая часть).

Вместе с тем, изображение керновой колонки в ультрафиолетовом свете убедительно свидетельствует, что из общей кажущейся эффективной толщины, едва ли, десятая часть является нефтенасыщенной (рис.10, правая часть). Остальная подавляющая доля опесчаненных разностей является, по всей видимости, либо неколлектором, либо, так называемым «субколлектором», неспособным (при данных капиллярных давлениях) принимать нефть и содержащим исключительно рыхлосвязанную воду.

Другим примером высокой информативности керна с сохраненным насыщением является возможность обоснования положений ВНК и определения различного характера насыщения одновозрастных песчаных тел. Так на [рисунке 11](#) приведен пример однозначного обоснования ВНК для пласта AC11.2 по материалам керновых изображений в ультрафиолетовом свете. Эта же иллюстрация ([рис.11](#)) демонстрирует существование независимых нефте и водонасыщенных каналов в интервале пласта AC11.3.

Сохранение естественного насыщения керна позволяет напрямую (методом ретортования) определить текущую водо/нефтенасыщенность коллекторов ([рис.12](#)). Такой подход может быть с успехом использован для прямой оценки нефтенасыщенности разрезов скважин с начальным нефтенасыщением и, что особенно важно, для определения текущей нефтенасыщенности в обводненных зонах, в ситуации, когда оценка

properties of the Achimovskaya series rocks, insufficient exploration of their petrophysical characteristics, difficulties in obtaining true figures for formation water salinity, etc.

At the same time, as is already known, even slight alterations to the calibrating parameters of the interpretation model for low-permeability reservoirs result in major changes in the evaluation of their net pay thickness and their degree of saturation. All these factors may result in serious mistakes when forecasting the productivity of such reservoirs, which are complicated from the point of view of their exploration.

When analysing the logging data of one of the exploration wells of SPD's of Achimov formation ([Pic.10](#)), one can get an impression of the presence of significant net pay and a possible perspective of oil production, in connection with the increased values of the true resistivity of sanded formations and their probable oil saturation ([Pic.10, left part](#)).

The image of a core column in ultra violet light truly demonstrates that, from the entire, apparent net pay, barely a tenth of it is oil-saturated ([Pic. 10, right part](#)). The rest, the majority of the sand, apparently indicate either no reservoir, or the so-called sub-reservoir which, under such

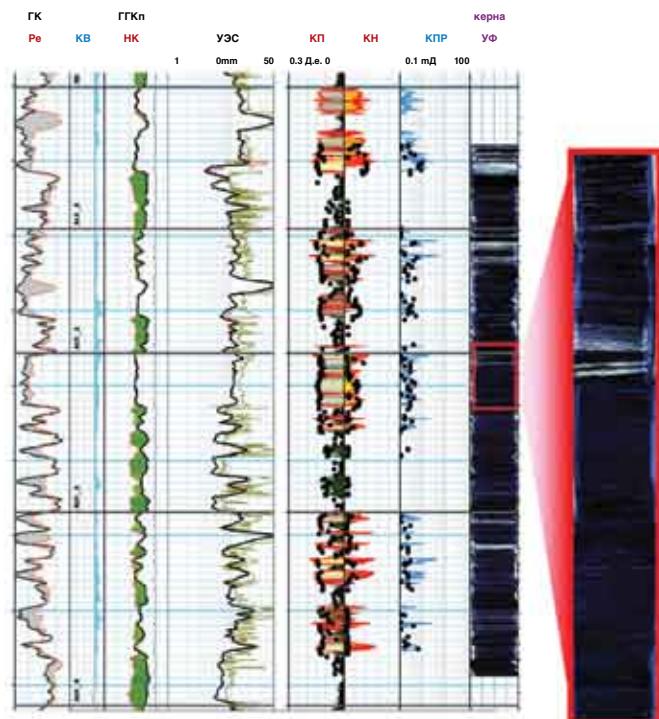


Рис.10 Пример неоднородно-полосчатой слабой нефтенасыщенности ачимовской свиты

Pic.10 Example of Heterogeneous Low-Saturation Banded Achimovskaya Series

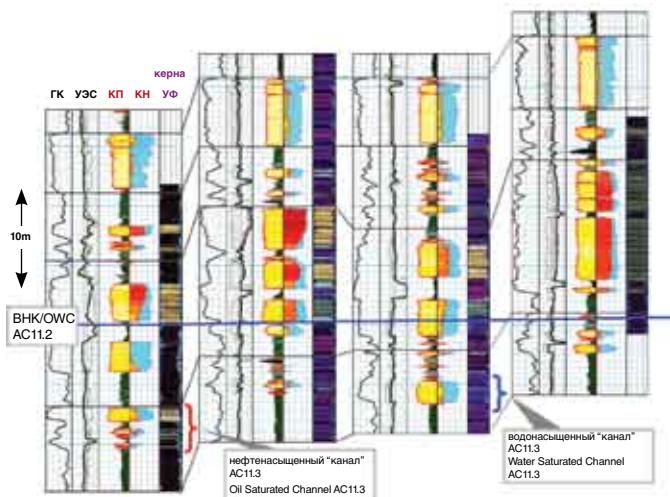


Рис.11 Оценка характера насыщения и обоснование ВНК по фотографиям керна в ультрафиолетовом свете и материалам ГИС
Pic. 11 Evaluation of the Saturation Properties and Substantiation of OWC Based on the Core Photographs in Ultra Violet Light and Logging Materials

текущих величин Кн по данным каротажа, как правило, затруднена, а ее результаты не объективны.

Вместе с тем, необходимо помнить, что полученные по керновым образцам величины нефтенасыщения могут быть несколько завышены, вследствие неизбежной потери поровой воды при выносе, транспортировке, обработке и анализе керна (обусловленной процессами дегазации и усушки). При этом, наиболее сильное проявление этого эффекта наблюдается в интервалах недонасыщенных коллекторов, характеризующихся повышенным содержанием свободной воды. В области предельного нефтенасыщения, где вся поровая вода становится остаточной этот эффект, по мнению авторов, практически исчезает.

В заключение, приведем интересный пример, связанный с проблемами оценки нефтенасыщенности и продуктивности гетерогенных коллекторов. Так, при бурении нового куста скважин на Вадельпском месторождении был встречен новый тип разреза с аномально низким (менее 40% по данным ГИС) нефтенасыщением выше ВНК. Вместе с тем, результаты освоения новых скважин показали неожиданно низкую обводненность скважинной продукции, в результате чего достоверность модели насыщения в этой зоне была подвергнута сомнению. Однако, бурение скважины с отбором керна с сохраненным насыщением немедленно прояснило ситуацию. Как оказалось, кажущийся относительно

capillary pressure, cannot accept oil and contains exclusively osmotic water.

Another example of the high informational content of a core with the preserved saturation is the possibility of defining of the Oil-Water-Contact (OWC) and determining various saturation types of the coeval sand bodies. **Pic. 11** demonstrates an example of a estimation of OWC for the AC11.2 bed based on the materials of core images in ultra violet light. The same picture (**Pic. 11**) demonstrates the existence of independent oil-and-water saturated channels in the interval of the AC11.3 formation.

The preservation of natural core saturation allows direct identification of the current oil-water-saturation of reservoirs using a retortion method (**Pic. 12**). This approach may be successfully used for directly assessing the oil saturation of core with initial oil saturation, and most especially, for identifying the residual oil saturation of water-cut zones in situations in which assessing such values as SO based on logging data is very complicated and the results are not objective.

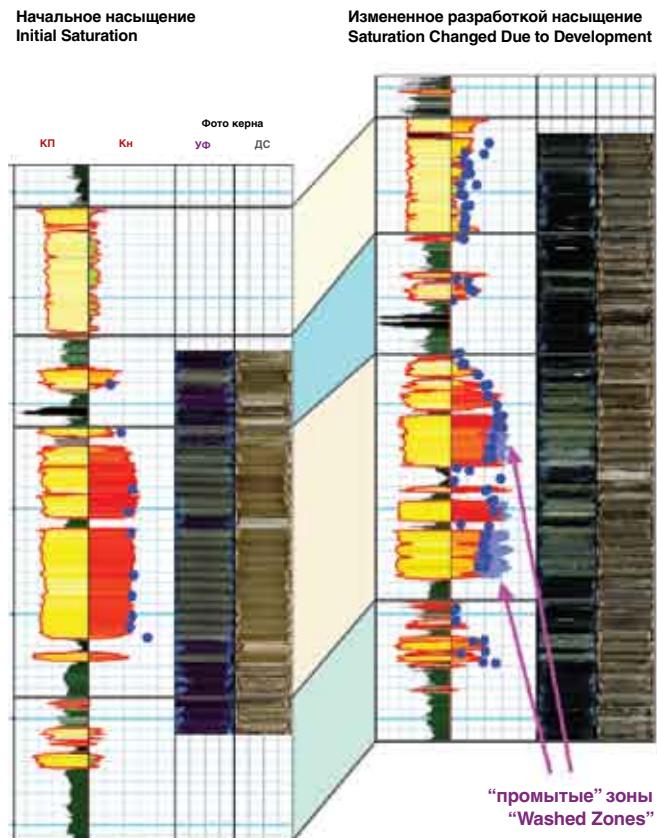


Рис.12 Оценка нефтенасыщенности в скважинах с отсутствием и наличием признаков обводнения по данным керна и ГИС

Pic. 12 Evaluation of Oil Saturation in the Wells with and without the Presence of Water Injected Based on Core and Logging Data

однородным коллектором, представляет собой тонкослоистое переслаивание пропластков с различными свойствами, плохо различимое по данным ГИС вследствие их ограниченной разрешающей способности (рис.13). При этом, будучи расположенным недалеко от зеркала чистой воды, наименее проницаемые прослои являются практически полностью водонасыщенными под действием капиллярной пропитки (отсутствие свечения в ультрафиолетовом свете).

Таким образом, мы имеем дело с преимущественно водонасыщенными коллекторами выше принятого уровня ВНК. К счастью, вследствие их плохих коллекторских свойств содержание в них свободной воды невелико и, по той же причине, их вклад в общую продукцию скважины мало ощущим. В то же время, коэффициент нефтенасыщенности прослоев с улучшенными ФЕС составляет (по данным керна) величину порядка 50%, что является нормальным для данного типа коллектора. Видимая же общая низкая насыщенность обусловлена усреднением Кн нефте и водонасыщенных прослоев.

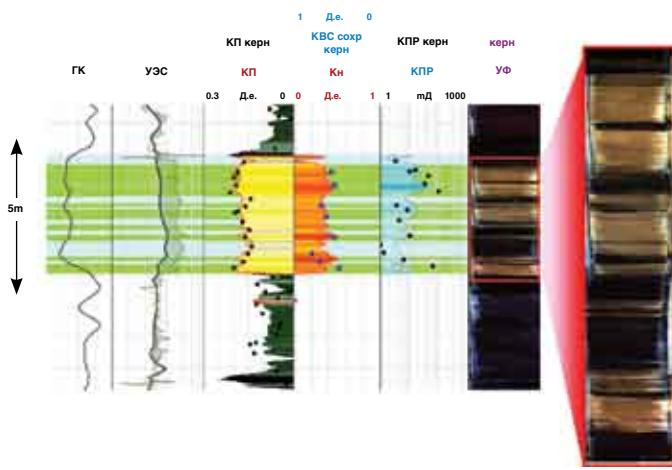


Рис.13 Пример переслаивания нефте и водонасыщенных коллекторов с различными ФЕС

Pic.13 Example of the Inter-layering of Oil and Water Saturated Reservoirs with Various Properties

Заключение

Резюмируя, можно выделить следующие основные аспекты достигнутой эффективности работ по отбору и анализу керна:

» уменьшение времени отбора керна осуществлено за счет увеличения длины керноотборника, что привело к снижению количества спуско-подъемных операций при стабильно высоком проценте выноса

However, it should be remembered that the oil saturation values, received on the basis of core samples, may be slightly higher, due to the inevitable loss of pore water during recovery, transportation, processing and core analysis, conditioned by degassing and moisture loss. Having said that, this effect shows most prominently in the intervals of under-saturated reservoirs which are characterised by a high content of movable water. In the area of full oil saturation where all pore water becomes irreducible, this effect, according to authors, practically disappears.

In conclusion, we should like to demonstrate another interesting example, connected with the problems of oil saturation evaluation and the productivity of heterogenic reservoirs. When drilling a well cluster on Vadelyp oilfield, a new type of reservoir was found with anomalously low oil saturation above OWC (less than 40% based on logging). However, the results of production showed the unexpectedly low water cut values, casting doubt on the reliability of the saturation model in that zone. However, the drilling of the well with core sampling clarified the situation immediately.

It turned out that the seemingly relatively homogeneous reservoir represented a thin layer alternation of inter-layers with various properties, which were not detected based on logging because of their limited resolving capacity (Pic.13). Less permeable formations, being located close to the clean water surface, are almost fully water-saturated under the influence of capillary imbibing (absence of glow in ultraviolet light).

Therefore, what we have here are predominantly water-saturated reservoirs located higher than the defined OWC. Fortunately, due to their bad collection properties, the water cut is not high, and for the same reason their input into the well products is not significant. At the same time, the oil saturation of inter-layers with improved reservoir properties comprises ca 50%, based on core data, which is acceptable for this type of reservoir. The visible general low saturation is conditioned by averaging the SO of oil and water saturated inter-layers.

Summary

It is possible to identify the following main aspects of the achievements during the operations carried out on core sampling and core analysis:

- » Reduction in core-sampling time is achieved due to the increase length of the core-retrieving barrel, which resulted in a reduction in the number of trips and at the same time ensured a stable high percentage of recovery
- » The reduction in operation time directly reduces

- » сокращение операционного времени прямым образом снижает трудовые и денежные затраты, уменьшает вероятность получения травм и, как следствие, увеличивает безопасность работ

Российский подрядчик ООО НПО «СибБурМаш» демонстрирует качество проводимых работ на уровне, а по некоторым показателям и выше, ведущих мировых компаний по отбору керна. Тем не менее, как показывает практика, необходимо вести постоянную работу по совершенствованию мероприятий по отбору керна для понимания сложного строения месторождений.

Успехи в области сбора керновой информации позволили вывести интерпретационную составляющую на новый качественный уровень. Хотелось бы также отметить снятие неопределенностей в оценке характера насыщения в керновых скважинах, устранение проблем привязки каменного материала, создание цифровых имиджей керна – ценного дополнительного источника информации о вскрытом разрезе.

labour and financial costs, lowers injury risks and improves work safety.

The Russian subcontractor SibBurMash Scientific Research Enterprise OJSC demonstrates the quality of operations at the same level, and on some parameters, even at a higher level when compared with the world's leading core sampling companies. Nevertheless, the experience shows that work must be continued on the improvement of core sampling procedures in order to understand the complicated structure of oilfields.

Success in the area of core data acquisition enabled log interpretation to be raised to a new level of quality. Furthermore, we should like to point out that the uncertainties in the evaluation of the saturation properties of core wells and the problems of core data tying have been eliminated and digital images of core – a valuable additional source of information on target formation, have been created.

Russian O&G Tenders Unlock the Potential!



The screenshot shows the Rogtec Magazine website's tender section. A large padlock icon is overlaid on a table of tender announcements. The table has columns for COMPANY, START DATE, END DATE, and ENGLISH. The ENGLISH column contains links to tender details. The website's header includes 'EXPLORATION DRILLING PRODUCTION PIPELINING' and various operator logos.

COMPANY	START DATE	END DATE	ENGLISH
Rosneft (RN-Bevernaya Nef)	15.03.2010	22.03.2010	Well Testing Go to Tender
Rosneft (RN-Purneftgaz)	11.03.2010	17.03.2010	Well Construction Go to Tender
TKN-BP Russia	10.03.2010	22.03.2010	Well Construction Go to Tender
TKN-BP Russia	10.03.2010	22.03.2010	Small Description Go to Tender
Udmurtneft	05.03.2010	23.03.2010	Drill Site Construction Go to Tender
Нагуяновнефтегаз	05.03.2010	19.03.2010	Wellhead Equipment Installation and Handing

Gain access to daily short, medium and long term O&G tender announcements from the majority of Russian operators through our tender alert service.

Can you afford to miss out?

Email: info@rogtecmagazine.com Tel: +350 2162 4000

www.rogtecmagazine.com/tenders.php