

Литература

1. Данилов, А. М. Применение присадок в топливах / А. М. Данилов. – М. : Мир, 2005. – 287 с.
2. Зверева, Э. Р. Использование присадок на предприятиях топливно-энергетического комплекса / Э. Р. Зверева. – Казань : Казан. гос. энергет. ун-т, 2022. – 146 с.
3. Белосельский, Б. С. Применение присадок многофункционального действия к топочным мазутам, сжигаемым на электростанции / Б. С. Белосельский // Новое в рос. электроэнергетике. – 2005. – № 10. – С. 20–25.

УДК 622.227.5.001.42

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ПО КОНТРОЛЮ ЗА РАЗРАБОТКОЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. Златина, И. С. Шепелева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлен анализ результатов геофизических исследований методом электрического микросканера KarSar MS-V и кросс-дипольного акустического каротажа при контроле за разработкой нефтяных месторождений в условиях Припятского прогиба.

Ключевые слова: месторождение, анизотропия, скважина, фациальный анализ.

GEOPHYSICAL SURVEYS OF CONTROL WELLS FOR THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS

V. Zlatina, I. S. Shepeleva

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The paper presents an analysis of the results of geophysical research using the KarSar MS-V electric microscanner and cross-dipole acoustic logging when monitoring the development of oil fields in the conditions of the Pripyat Trough.

Keywords: field, anisotropy, well, facies analysis.

Геофизические исследования скважин – комплекс методов промысловой геофизики, используемых для изучения разреза скважины с целью определения литолого-стратиграфической характеристики разреза, выявления пластов-коллекторов, их глубины залегания, изучения свойств горных пород, слагающих пласт, определения их фильтрационно-емкостных свойств, а также для контроля технического состояния скважин и контроля за разработкой.

В настоящее время одной из значимых проблем при разработке месторождений является отклонение реальных показателей разработки от прогнозных. Одной из причин, обуславливающих это расхождение, является влияние анизотропии фильтрационных свойств пластов-коллекторов. Данное явление заключается в том, что фильтрационные свойства пласта-коллектора в его объеме распространяются неравномерно. Это непосредственно влияет на характер движения флюидов в пласте при перепаде давления.

Существует много методов исследования скважин и технических средств для определения анизотропии. Эта информация необходима для организации правильных, экономически оправданных процессов добычи нефти, для осуществления рациональных способов разработки месторождения, для обоснования способа добычи нефти, выбора оборудования для подъема жидкости из скважины, для установления

наиболее экономичного режима работы этого оборудования при наиболее высоком коэффициенте полезного действия.

Геофизическое исследование скважины методом электрического микросканера КарСар МС-В и кросс-дипольного акустического каротажа позволяет получить достоверную информацию о характеристике пластов в скважинном пространстве, структуре горных пород и определить их анизотропию.

Анизотропия может быть вызвана кристаллической структурой, ориентацией зерен или микротрещинами. Также она может быть внешней из-за трещин, разломов, действующих на породу напряжений или плоскостей напластования. Любая форма анизотропии может вызвать расщепление поперечной волны, которое представляет собой поляризацию вертикальных и горизонтальных поперечных волн на их быстрые и медленные компоненты.

Актуальность исследовательской работы заключается в том, что с использованием исследуемого метода возможно: провести структурный анализ (определение структурных углов); фациальный анализ (определить направление палеотечений); охарактеризовать коллектор (проанализировать тонкие пласты, оценить кавернозность); проанализировать механические свойства ствола скважины (обнаружение на имиджах вывалов стенок скважины и техногенных трещин); получить информацию об анизотропии, которая может быть использована для расчета ориентации трещин и их плотности.

Используемые приборы. Электрический микросканер (КарСар МС-В) позволяет регистрировать удельное электрическое сопротивление в диапазоне 0,2–5000 Ом · м, изменения сопротивления пласта с вертикальным и горизонтальным разрешением 5 мм. Электроды прибора КарСар МС-В расположены на восьми независимых прижимных башмаках, расположенных в верхней и нижней секциях. В верхней секции башмаков расположено 80 электродов, в нижней секции – 96 электродов. В общей сложности регистрируются сопротивления на 176 электродах. Кривые удельного электрического сопротивления горных пород, зарегистрированные в прискважинной зоне, обрабатываются и представляются в виде цветового образа – имиджа.

Прибор кросс-дипольного акустического каротажа представляет собой акустический зонд, включающий в себя три источника акустических волн (один монополярный и два направленных дипольных, расположенных в ортогональных плоскостях) и 32 направленных приемника, которые расположены соосно с дипольными источниками. Помимо прибора акустического каротажа в компоновке присутствует модуль инклинометрии с каналом естественной радиоактивности.

Обработка и интерпретация данных проведенных геофизических исследований. Определено, что проводящие трещины во всем интервале исследований характеризуются основным Северо-Западным – Юго-Восточным (СЗ – ЮВ) простиранием. Также можно выделить тренд в Запад-Юго-Западном – Восток-Северо-Восточном (ЗЮЗ – ВСВ) направлении простирания. Частично проводящие трещины пластов D2nr, PR2 и AR-PR1 характеризуются Северо-Западным – Юго-Восточным (СЗ – ЮВ) направлением простирания.

В ходе интерпретации кросс-дипольного акустического каротажа определено интервальное время продольной волны, поперечной волны, быстрой и медленной поперечных волн, а также волны Стоунли. Выполнен расчет коэффициента анизотропии акустических свойств и азимута распространения быстрой поперечной волны. В исследуемом интервале определены основные динамические механические свойства, такие как модуль объемного сжатия, модуль сдвига, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.

По всему интервалу исследований азимут распространения быстрой поперечной волны Север-Северо-Запад – Юг-Юго-Восток определяется тонким переслаиванием различных по своим акустико-плотностным свойствам пород, залегающих не ортогонально относительно ствола скважины, либо наличием субвертикальной трещиноватости пород, а направление Север Северо-Восток – Юг Юго-Запад определяется напряжением горных пород.

Таким образом, анализ данных ЭМС позволил дать геологическую характеристику продуктивных горизонтов о состоянии разработки залежей Речицкого нефтяного месторождения.

Литература

1. Xiaoming Tang and Raghu K. Chunduru. Simultaneous inversion of formation shear-wave anisotropy parameters from cross-dipole acoustic-array waveform data. GEOPHYSICS, Vol. 69, N 5 (SEPTEMBER-OCTOBER 1999), P. 1502–1511.
2. Отчет по обработке и интерпретации данных электрического микросканера (КарСар МС-В) и кросс-дипольного акустического каротажа (КарСар 8АД73) / Логсервис. Исполнители: Е. С. Ермолаева, В. И. Сосков, 2020.
3. Холодницкий, Д. А. Оценка эффективности проведения гидроразрыва пласта на скважинах залежи БС10 Южно-Ягунского месторождения / Д. А. Холодницкий, В. Н. Мезрин. – Пермь : Перм. гос. техн. ун-т, 2005.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ И ИОТ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ИНДУСТРИЯ 4.0

А. А. Капанский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Четвертая промышленная революция, направленная на интенсивное внедрение цифровых технологий в промышленном секторе, определяет новый этап в развитии глобальной экономики. Особенно актуальным становится принятая концепция «Новая индустрия 2040», базирующаяся на основных принципах Стратегии «Наука и технологии 2018–2040». Здесь значимая роль отводится процессам цифровизации, использованию программных комплексов и систем мониторинга на базе интеллектуальных решений с применением датчиков в технологическом процессе.

В этом контексте интернет вещей (IoT) и его применение в системах промышленного мониторинга для непрерывного контроля гидравлического давления и оптимизации технологических параметров приобретают особую важность. Это отражается активной разработкой и интеграцией различных логгеров и «умных» цифровых устройств в промышленные процессы России и Беларуси. Актуальными становятся вопросы цифровизации и в технологических системах водоснабжения. Эффективное решение этих задач в условиях развития Индустрии 4.0 требует нового менее затратного и быстрореализуемого подхода к сбору, обработке и передаче данных.

Датчики и IoT устройства, обеспечивающие измерение и передачу информации о гидравлическом давлении в реальном времени, становятся неотъемлемой частью современной инфраструктуры, поддерживая тенденцию к цифровой трансформации водоканалов и других промышленных объектов. Цель данного материала – осветить важность и роль устройств интернета вещей в условиях современных технологических трендов и, в частности, развития систем мониторинга параметров гидравлического давления.

Ключевые слова: система водоснабжения, интернет вещей, Индустрии 4.0, протокол MQTT, мониторинг состояния технических систем, контроль технологических параметров.