

УДК 504.55.052

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БУРОВОГО ШЛАМА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

А. В. Фурсевич, Е. И. Машечко

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Отмечено, что исследование керна – единственный на сегодняшний день прямой метод количественных измерений «естественных» характеристик пласта, позволяющий ответить на ряд актуальных вопросов в области нефтепромысловой геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений. Вместе с тем сплошной отбор керна при бурении скважин является одной из самых дорогостоящих операций в нефтяной отрасли. Также существует проблема, связанная с невозможностью отбора керна необходимого диаметра как по техническим, так и по геологическим причинам. Представлено, что частичным решением указанных выше проблем по нефтяным месторождениям Припятского прогиба стала разработка комплекса методических подходов в направлении отбора и проведения исследований бурового шлама в БелНИПИнефть в Центре обработки, исследования и хранения керна.

Ключевые слова: керн, буровой шлам, лабораторные исследования, пробоподготовка, геофизические исследования скважин.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONDUCTING A MODERN COMPLEX OF LABORATORY STUDIES OF DRILLING SLUDGE – PRACTICAL APPLICATION

A. V. Fursevich, E. I. Mashechko

BelNIPIneft RUF “Production Association “Belorusneft”, Gomel

Core material is currently the only direct method for quantitative measurements of the «natural» characteristics of the formation, which allows answering a number of topical issues in the field of oilfield geology and the development of oil and gas fields. At the same time, the continuous selection of core material during drilling one of the most expensive operations in the oil industry. There is also a problem associated with the inability to select a core of the required diameter for both technical and geological reasons. A partial solution to the above problems is the development of a set of methodological approaches in the direction of selecting and conducting studies of drilling sludge in the BelNIPIneft, Core Processing, Research and Storage Center.

Keywords: core, drilling sludge, laboratory studies, sample preparation, geophysical studies of wells.

В процессе бурения шлам отбирается из продуктивной части разреза с шагом от десяти до двух метров, что позволяет получить измерения, близкие к профильным, и исследовать породу в пределах всего интервала, вплоть до полного покрытия интересующей зоны. Поэтому качественные результаты лабораторных исследований шлама могут играть одну из ключевых ролей при проектировании и осуществлении технологических операций, в которых используется информация о минералогическом и элементном составе горных пород.

В результате выполнения комплексных современных лабораторных исследований даже небольшое количество бурового шлама достаточной степени кондиционности способно охарактеризовать интересующий интервал в краткие сроки. Полученная

информация может дополнять имеющиеся результаты изучения кернового материала, а в некоторых случаях стать единственной информацией, полученной прямым методом по количественному определению основных петрофизических параметров перспективного разреза, необходимых для принятия оперативных решений.

Целью данной работы являлась разработка комплексных методических подходов отбора, пробоподготовки и лабораторных исследований бурового шлама, а также анализа полученных данных, направленных на практическое их применение.

Пробоподготовка и комплексные лабораторные исследования бурового шлама проводились в БелНИПИнефть на современной лабораторно-приборной базе Центра обработки, исследования и хранения керна. Для пробоподготовки, комплекса лабораторных исследований было отобрано более 783 образца бурового шлама из 8 бурящихся нефтяных скважин РУП «ПО «Белоруснефть».

Пробоподготовка бурового шлама к лабораторным исследованиям состоит из следующих этапов:

- Регистрация шлама, которая включает сортировку образцов шлама в порядке возрастания глубины, пересчет и регистрацию в сводной таблице Excel.
- Гидратация образцов: образцы помещают в стеклянные стаканы и заливают 100 мл дистиллированной воды на 4 ч. В начале и конце замачивания полученная суспензия перемешивается. В процессе замачивания происходит отделение водорастворимых частиц бурового раствора от частиц горной породы.
- Отмыв шлама: отмыв производится дистиллированной водой в объеме не менее 1 л до достижения прозрачности сливаемой жидкости. При этом происходит смыв частиц размером менее 100 мкм, представленных в основном гидратированными частицами бурового раствора.
- Сушка шлама: после мокрого отсева образец из сита переносится в выпарную фарфоровую чашу и помещается в сушильный шкаф на 4 ч при температуре 50 °С.
- Измельчение образцов: метод измельчения зависит от объема высушенного образца. Если объем составляет менее 10 мл, то измельчение производится ручным методом путем растирания молотком на стальной наковальне. Если объем образца – более 10 мл, то измельчение производится механическим методом с использованием планетарной мельницы.

Комплексные лабораторные исследования включают в себя рентгено-флуорисцентный анализ (изучение элементного состава породы), томографические исследования (изучение внутреннего строения и некоторых фильтрационно-емкостных свойств), рентгеноструктурный анализ (изучение минерального состава породы), пиролитические исследования (изучение количества и типа углеводородов, содержащихся в породе), привязку данных к геофизическим исследованиям скважин (ГИС) и анализ результатов, выдачу рекомендаций.

В результате проведенных исследований авторами изучены, сопоставлены и увязаны данные по образцам проб шлама в количестве 783 штук с результатами обработки ГИС по 8 скважинам Припятского прогиба. В результате установлено, что информация, полученная по пробам шлама при должной увязке с данными ГИС, способна существенно уточнить минералогическую модель сложнопостроенных и нетрадиционных пород-коллекторов, что, в свою очередь, позволяет более точно определять их фильтрационно-емкостные свойства, в частности, пористость.

В процессе обработки комплекса ГИС достоверно установлено, что породы в интервалах верхнесоленосной толщи в изученных скважинах представлены гали-

том, тогда как по результатам XRD по шламу фиксируется практически полное его отсутствие. Таким образом, показано, что при существующей методике бурения скважин и применяемых буровых растворах, а также методике пробоподготовки нецелесообразно в данных интервалах отбирать пробы пород из шлама для исследования методом XRD.

Ввиду того, что породы, составляющие шлам, во время проходки между собой перемешиваются, была разработана методика анализа сходимости результатов минералогии на буровом шламе и на образцах керна. При использовании данной методики максимально учитываются такие факторы, как сложность геологического строения, частое переслаивание различных литотипов, смешивание горных пород, составляющих пробу шлама. После применения разработанных расчетов преимущественно отмечается хорошая и отличная сходимость результатов, и лишь в редких случаях – средняя сходимость. Плохой сходимости не отмечается. Пример графиков сходимости представлен на рис. 1.

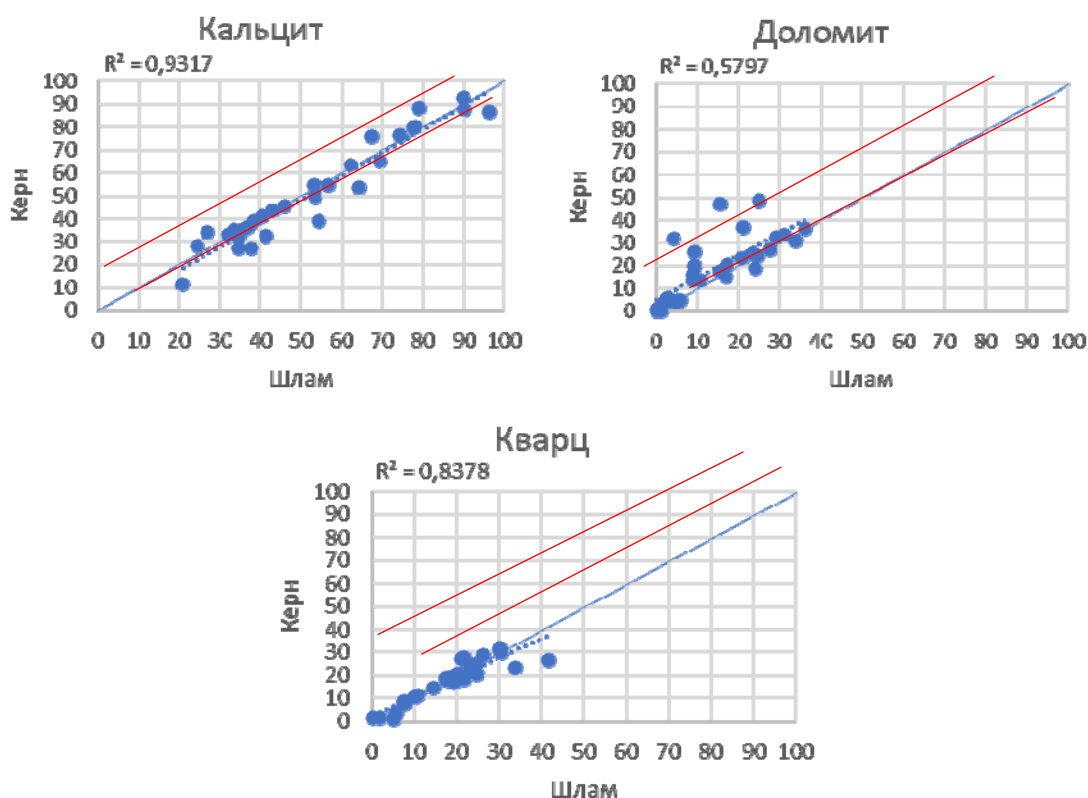


Рис. 1. Примеры графиков сходимости основных минералов, измеренных по шламу и рассчитанных из измеренных по керну (скважина Речицкая 19s3, отложения Петриковского горизонта)

Статистическая обработка результатов проведенного сопоставления позволила получить следующую информацию: среднюю разницу, среднее соотношение, процент образцов с соотношением менее 1.5, процент образцов с разницей менее 10 %, коэффициент сходимости.

Получение достоверных (в том числе оперативных) данных о свойствах горных пород из любой части разреза позволит более полно охарактеризовать разрез осадочных пород.

дочного чехла Припятского НГО, а также будет способствовать более качественному решению различных нефтепоисковых и нефтепромысловых практических задач. Для получения корректных результатов проводимых исследований буровому шламу нужно иметь необходимую степень кондиционности: шаг отбора проб шлама должен составлять 1–2 м, а количество пробы – быть достаточным для проведения комплекса лабораторных исследований. При этом следует учитывать, что образцы шлама, отобранные из скважин, бурящихся на буровых растворах на нефтяной и органоминеральной основе, не могут дать достоверную информацию о содержании легких углеводородов в породе.

В процессе бурения скважин и боковых стволов на нефть и газ могут наблюдаться различные осложнения, влияющие на время строительства скважины и соответственно – на ее себестоимость. Оперативный комплексный анализ шлама из «проблемного» места в некоторых случаях помогает установить минеральный и элементный состав пород в интервале осложнения. Кроме того, качественные исследования бурового шлама достаточной кондиционности позволят сократить отбор керна диаметром 40–45 мм из боковых стволов. При этом нужно иметь ввиду, что шлам не является полноценной заменой керну, а лишь дополняет геологическую информацию в местах, где отбор керна невозможен или нецелесообразен по различным причинам.