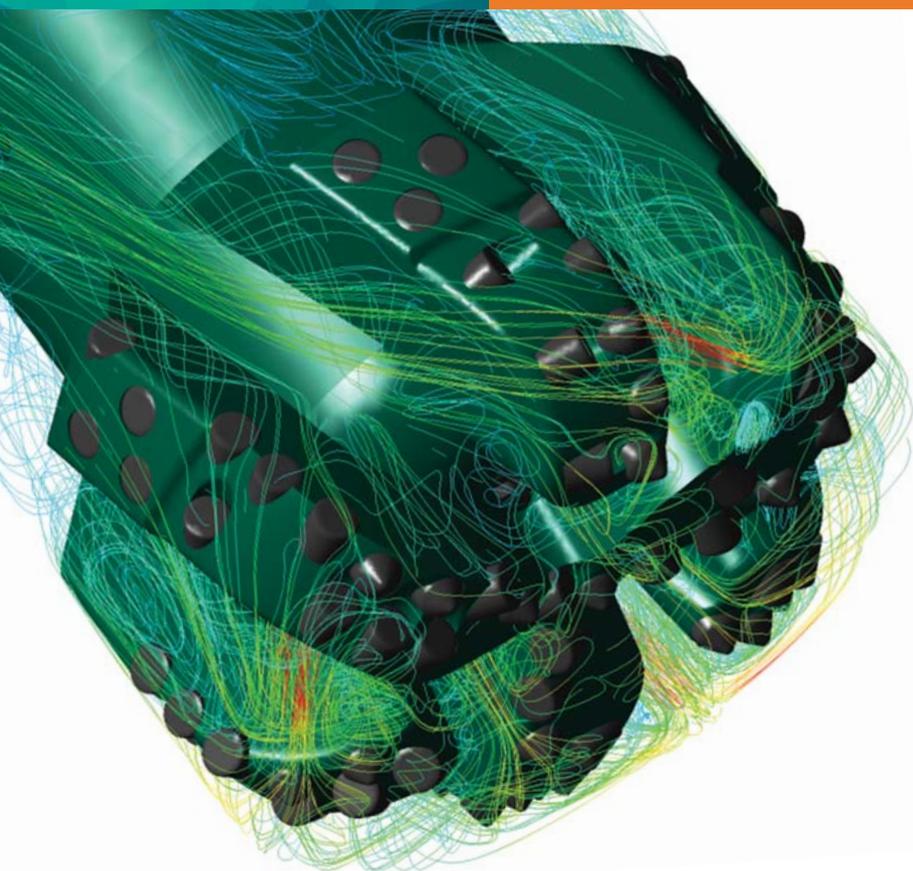


АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ БУРЕНИЯ ПЕРВОЙ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЙ РАЗВЕДОЧНОЙ СКВАЖИНЫ С ОТБОРОМ КЕРНА В СЛОЖНЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ РИФЕЯ БАЙКИТСКОЙ НГО

Р.У. СИРАЕВ, К.А. ЧЕРНОКАЛОВ, А.Г. ВАХРОМЕЕВ, А.К. СОТНИКОВ, С.А. СВЕРКУНОВ
Иркутский филиал ООО «РН-Бурение»;
Иркутский национальный исследовательский технический университет

М.Н. ДАУТОВ, А.И. МУХАЧЕВ
АО «НПП «Бурсервис»

Состояние керна, отобранного в прошлые годы при бурении вертикальных поисково-оценочных и разведочных скважин ЮТ НГКМ, оценивалось как неудовлетворительное (низкие, на уровне 56%, вынос и целостность керна). Это системно снижало качество результатов лабораторных исследований керна и вносило риски искажения достоверности оценки запасов нефти и газа, моделирования разработки залежи. Отбор керна в вертикальных поисковых, разведочных скважинах и в пилотных наклонно-направленных стволах эксплуатационных скважин по-прежнему является одной из важных и технически сложных задач геологического доизучения месторождений Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции [14-15]. Вопрос качества и полноты кернового материала, отобранного из анизотропных трещиновато-кавернозных продуктивных коллекторов ЮТМ, по-прежнему не утратил актуальности.



В 2014 году на ЮТ НГКМ реализовано бурение первой наклонно-направленной разведочной скважины с отбором керна. Бурение наклонного ствола решало задачу отбора керна из отложений средне-верхнего рифея с природной субвертикальной трещиноватостью. Графическое обобщение результатов отбора керна представлено на рис.1.

Резко дифференцированный характер физико-механических свойств в зависимости от литологии и литотипов обуславливает сложность разработки породоразрушающего инструмента (бурголовок) [1-4]. Это хорошо коррелирует с показателями рейсовой проходки, в прикравельной части рифея, где скважина вскрывает окремненные доломиты ирэмекинской свиты. Керн представлен в разной степени разрушенными трещиноватыми разностями. В аргиллитах и глинистых отложениях токурской свиты наблюдается разрушение керна, главным образом, в приконтактных зонах с резким изменением литологии. Этот вывод следует из сопоставления данных ГИС (РК), литологиче-

РИС.1 СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОТБОРУ КЕРНА В НАКЛОННОЙ РАЗВЕДОЧНОЙ СКВАЖИНЕ НА ЮТ НГКМ

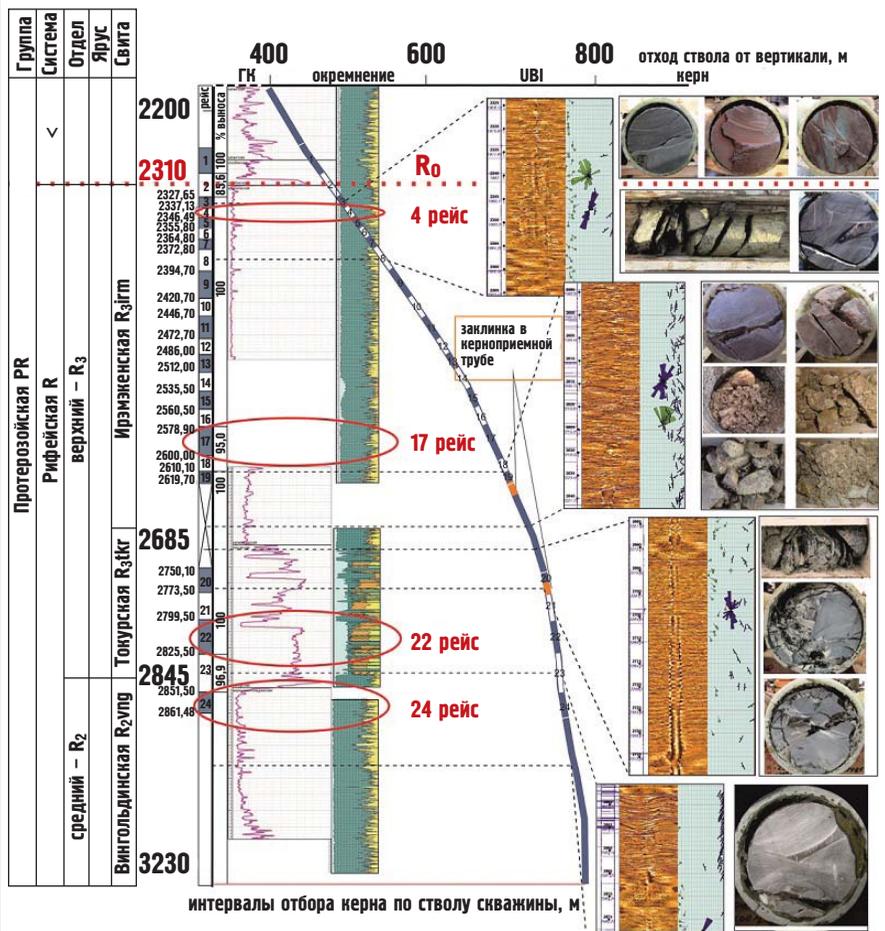


РИС.2 ГОЛОВКА БУРИЛЬНАЯ BS-215,9/100 CDD 813-001 ПРОИЗВОДСТВА АО «НПП «БУРСЕРВИС»



ских характеристик и механической скорости. Основным результатом бурения данной скважины можно выделить практически полное отсутствие самозаклинивания керна и низкую механическую скорость бурения.

Одной из основных проблем, связанных с отбором керна в карбонатах рифея, является низкая механическая скорость — до 0,5–1м/час. Такие результаты обуславливаются тем, что порода-коллектор в этой части ЮТ НГКМ представлена слабопроницаемыми кремненными карбонатными породами рифея, где практически не наблюдается наличие вертикальной трещиноватости. Теоретически бурение по кварцитам, натечному кварцу не входит в ту область, где применение PDC-буроловок эффективно.

Анализ данных отработки бурильных головок с разным дизайном на рифейском разрезе приводит авторов к выводу о возможности объединения уже протестированных буроловок в несколько групп, классов, которые отличаются по характеру работы резца на забое в близких по литотипу геологических условиях в заданном диапазоне режимов бурения [6-8]. Выделены следующие классы:

- © Истирающего типа (импрегнированные бурильные головки). Требуют высоких частот вращения. Предполагают применение высокоскоростных ВЗД либо турбобуров [5]. Работа в режиме истирания;
- © Износостойкие PDC с количеством резцов более 20–25. Особенности —

РИС.3 ГОЛОВКИ БУРИЛЬНЫЕ



а) Головка бурильная BS-215,9/100 CD 513-001
 б) BS-215,9/100 CD 416-001 производства АО «НПП «Бурсервис»

РИС.4 МЕХАНИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ БУРЕНИЯ С ОТБОРОМ КЕРНА, М/Ч (1-4 РЕЙСА)

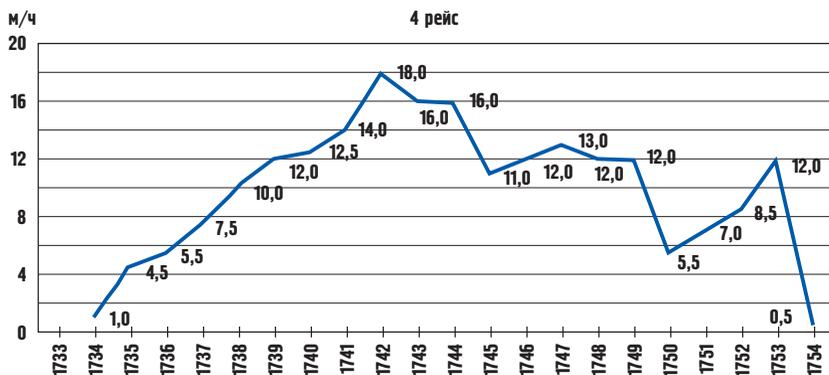
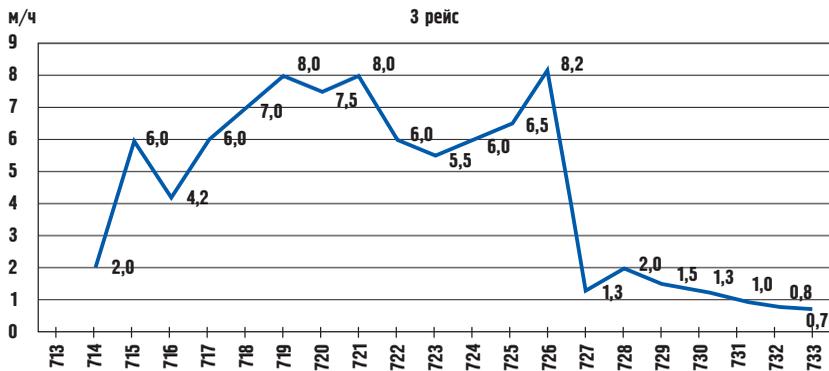
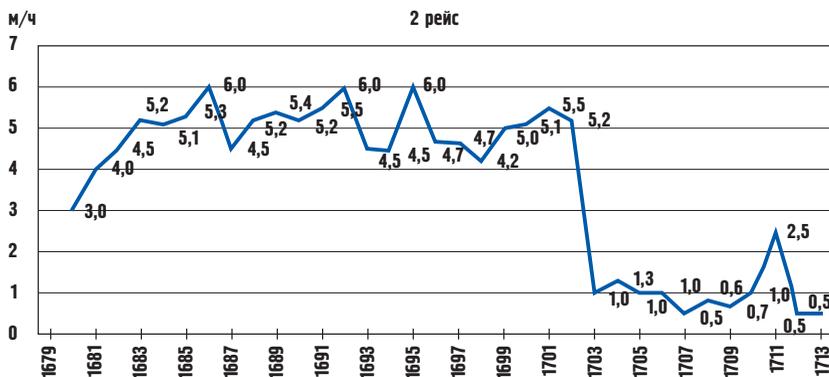
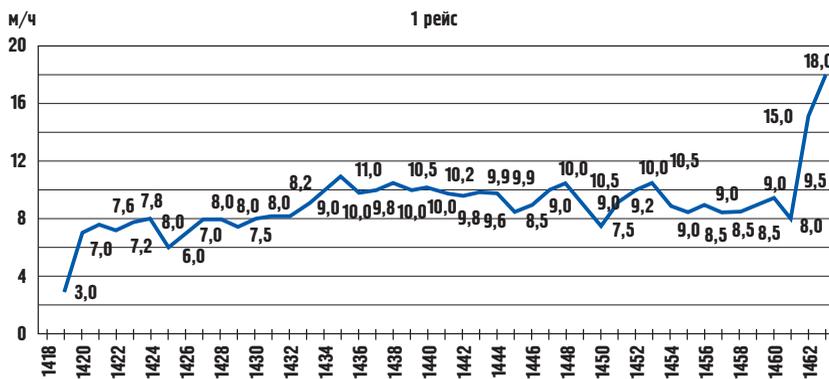


РИС.5 ОБЩИЙ ВИД ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ (PDC)



РИС.6 ГОЛОВКА БУРИЛЬНАЯ BS-215,9/100 СВ 613-001 ПРОИЗВОДСТВА АО «НПП «БУРСЕРВИС»



низкая механическая скорость, малая нагрузка на каждый резец. В основном работа в режиме истирания, частично в режиме резания;

- ⊙ Быстроходные PDC-бурьголовки с количеством рабочих резцов 10-20. Особенности — низкая износостойкость, высокая механическая скорость, увеличенная нагрузка на резец. Работают в основном в режиме резания и частично скалывания;
- ⊙ Комбинированные типы (PDC + шарошечное, PDC + импрегнированное). Требуют проведения дополнительных исследований.

При этом фактически на объекте исследования были применены износостойкие двухрядные 8-лопастные бурьголовки PDC (рис.2). Полученные данные помогают практически сравнить их

эффективность по опыту конкретного отбора по каждому литотипу. Хрупкость окремненных доломитов и их трещиноватость — фактор, прямо влияющий на работу резца, его стойкость.

Вернемся к основным результатам отбора керна в наклонных скважинах природного резервуара рифея за период 2010–2015 годов. Подчеркнем, что по каждой скважине, где отбирали керн, есть данные ГИС по трещиноватости, по степени окремнения, по литотипам. Степень глинистости, песчаности доломитов прямо влияет на хрупкость породы [9-12], и это не может не оказывать воздействия на скорость в процессе отбора. Разные модели бурголовок должны демонстрировать разные результаты отработки.

Таким образом, направления для оптимизации технологии отбора керна,

связанные с работой породоразрушающего инструмента, можно разделить на:

1. Увеличение износостойкости бурильной головки к ударным нагрузкам;
2. Увеличение механической скорости бурения;
3. Разработку специального дизайна промывочных отверстий в условиях сниженных расходов промывочной жидкости, частичных и полных поглощений.

Совместно с компанией «Бурсервис» предлагается следующий дизайн бурголовки, который должен обеспечить плановые механические скорости при отборе керна в сложных трещиноватых карбонатных коллекторах рифея.

Для обеспечения плановых механических скоростей при отборе керна в сложных трещиноватых карбонатных коллекторах рифея коллектив авторов

совместно с АО НПП «Бурсервис» предлагает использовать четырех- или пятилопастные бурильные головки со спиральными лопастями (относящиеся к 3-му классу). Эти модели, ранее разработанные и изготовленные, прошли испытание на одном из месторождений Байкитской НГО (Иркутская область) в 2015 году.

Если пятилопастная бурголовка является прямым воплощением идеи снижения количества активных резцов и повышения удельной нагрузки на резец (рис.3а), то четырехлопастная имеет некоторые конструктивные особенности. Снижение числа лопастей бурильной головки приводит к уменьшению площади ее соприкосновения со стенкой скважины, что ухудшает центрацию низа бурильной колонны в процессе бурения. Поэтому при бурении классической

ТАБЛ.1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОТБОРА НЕИЗОЛИРОВАННОГО КЕРНА 100ММ НА ОДНО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАЙКИТСКОЙ НГО

Рейсы			Керноотборный снаряд			Бурголовка		Наработка на бурголовку за текущий рейс				Литология керна	
Рейс	Дата отбора керна	Интервал отбора керна	Пласт	Тип	Вид привода (ротор, ВЗД, ВСП)	Производитель	Проходка	Время бурения	Механическая скорость	Код износа на конец рейса по IADC	Извлечено, м		Вынос, %
1	28.11.2015 29.11.2015	1418– 1462,7	Осинский	УКР 185/100 №199	Ротор	BS 215,9/100 CD 416-001 03_703	44,7	5,25	8,51	0-0-NO-A- X-I-NO-TD	44,7	100	Доломиты — 44,7м; Соли — 1 м
2	01.12.2015 03.12.2015	1679– 1713	Средне- мотская подсвита + Преобра- женский горизонт + Аргиллиты + ВЧ1	УКР 185/100 №199	Ротор	BS 215,9/100 CD 416-001 03_703	34,0	18,53	1,83	0-0-NO- A-X-I- NO-PR	27,9	82,1	Доломиты — 23,5м; Аргиллиты — 4,8 м; Песчаник — 0,1 м
3	03.12.2015 04.12.2015	1713– 1733	ВЧ1 + Аргиллиты 2	УКР 185/100 №199	Ротор	BS 215,9/100 CD 513-101 03_675	20,0	6,10	3,28	2-0-CT-N- X-I-RR-PR	20,0	100	Алевролиты — 3,4м; Песчаник — 8 м; Аргиллиты — 8,6 м
4	04.12.2015 05.12.2015	1733– 1753,6	Аргиллиты 2+ ВЧ2+ Кора выветривания + Кристаллический фундамент	УКР 185/100 №199	Ротор	BS 215,9/100 CD 416-001 03_703	20,6	5,00	4,12	1-0-WT- N,S-X- I-RR-TD	20,6	100	Аргиллиты — 1,5м; ПЕСЛАИВА НИЕ (???) Алевролиты — ??? м; Песчаники — 17,8 м; Кора выветривания — 1,1м; Гранит — 0,2 м

четырёхлопастной бурильной головкой могут возникать такие нежелательные явления, как уменьшение сечения скважины (сечение в виде многоугольника), радиальные вибрации, снижение стойкости вооружения, подклинки и заклинки керна в керноприёмной трубе. С целью снижения этих негативных явлений в конструкцию четырёхлопастной бурголовки добавлены дополнительные стабилизирующие лопасти (рис.3б).

Результаты отработки этих моделей на скважинах приведены на рис.4, и в табл.1. Как видно из этих данных, обе бурголовки показали хорошие значения средних механических скоростей за рейс (от 1,83 до 8,51м/ч) как в карбонатных (осинский и преображенский продуктивные горизонты кембрия и венд-кембрия), так и в терригенных (верхнечонский горизонт, аргилитовая пачка) отложениях.

Рассмотрим основные направления дизайна бурильных головок, предложенные по результатам натурных испытаний для древнего карбонатного разреза осадочного чехла Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции.

1. Увеличение износостойкости бурильной головки к ударным нагрузкам (конический резец «Булава»)

Как было отмечено ранее, повышение удельной нагрузки на резец приводит к снижению износостойкости породоразрушающего инструмента. Головки бурильные, представленные на рис.3, оснащены пассивными антивибрационными вставками, расположенными за основным рядом вооружения. Они нивелируют нежелатель-

ные последствия вибраций, то есть защищают основное вооружение долота в случае возникновения ударных нагрузок в осевом и радиальном направлениях.

Но более эффективным способом защиты вооружения долота может являться использование активных вставок конической формы, постоянно находящихся в контакте с забоем (рис.6).

Алмазные вставки с конической поверхностью не только защищают основное вооружение долота от сколов, но и по механизму внедрения индентора сами участвуют в разрушении горной породы, скалывая ее. На рис.6 показан общий вид бурильной головки, вооруженной классическими и коническими вставками. Применение головки бурильной BS-215,9/100 CW 613 запланировано на 2016 год на одной из скважин лицензионных участков Иркутской области (Непско-Ботубинская НГО).

Стоит отметить, что применение конических резцов не ограничивается их комбинированием с основными PDC-резцами. Играет важную роль как угол их установки в теле корпуса, так и положение высоты резца в сравнении с остальными резцами. Максимальные нагрузки для разрушения конического резца могут в несколько раз превосходить нагрузки для разрушения других резцов, что является определяющим фактором при проектировании дизайна породоразрушающего инструмента. Конические резцы являются полноценными резцами и могут быть расставлены на долоте без дополнительных стандартных резцов PDC. Увеличение ресурса породоразрушающего инструмента при сохранении значений механической скорости делает конический резец наиболее прогрессивной технологией породоразрушения в особо крепких, кремнистых и трещиноватых породах.



БУРСЕРВИС®
Уфа

450065, РОССИЯ, РБ, Г. УФА,

УЛ. СВОБОДЫ, 86/2, А/Я 124

+7 (347) 292 59 77

MAIL@BURSERVICE.RU

WWW.BURSERVICE.RU

Литература

1. Берштейн О.Ю., Великосельский М.А., Вугин Р.Б. Совершенствование методов и средств отбора керна в глубоком бурении. М., Недра, 1977, с.221.
2. Князев И.К. Отбор керна с помощью турбобуров. «Бурение» Л 6, 1968, с.11-13.
3. Сулашкин С.С. Современные способы и средства отбора проб полезных ископаемых. М., Недра, 1970, с.247.
4. Эдельман Я.А. Исследование и совершенствование техники отбора керна при бурении нефтяных и газовых скважин. Кандидатская диссертация, М., ВШИИТ, 1970, с.192.
5. Гарифуллин Д.З. Проблемы применения компоновок с ВЗД при отборе керна.//Инженерная практика, №7, 2012, с.42—45.
6. Сулейманов А.А., Гарифуллин Д.З., Багаутдинов Р.Д. Новые технологические решения для повышения эффективности отбора керна.//Бурение и нефть, №6, 2012, с.48—50.
7. Багаутдинов Р.Д. Отбор керна с точки зрения предприятия Бурсервис//Бурение и нефть, №10, 2013, с. 54—56.
8. Мухачев А.И. Результаты работы породоразрушающим инструментом НПП «Бурсервис» в Красноярском крае. Вестник ассоциации буровых подрядчиков, №4, 2011, с.14—16.
9. Харахинов В.В., Шленкин С.И. Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири на примере Курумбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазоаккумуляции. - М.: Научный мир, 2011, с.420.
10. Кутукова Н.М. Модель рифейского природного резервуара Юрубчено-Тохомской зоны.//Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть», 2009, №3, с.6—10.
11. Кашников Ю.А., Гладышев С.В., Разяпов Р.К., и др. Гидродинамическое моделирование первоочередного участка разработки Юрубчено-Тохомского месторождения с учетом геомеханического эффекта смыкания трещин. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений, №4, 2011, с.104—107.
12. Вахромеев А.Г., Иваншин В.М. Сираев Р.У., и др. Геологические аспекты применения технологии первичного вскрытия сложных карбонатных коллекторов рифея на управляемом давлении.//Бурение и нефть, 2013, №11, с.30—34
13. Кутукова Н.М., и др. Концептуальная модель строения рифейского природного резервуара Юрубчено-Тохомского месторождения.//Нефтяное хозяйство, №11, 2012, с.4—7.
14. Сираев Р.У., Сверкунов С.А., Вахромеев А.Г. и др. Проблемные аспекты бурения с отбором керна на месторождениях нефти и газа Лено-Тунгусской НГП//Бурение и нефть, 2015, №12, с.18—21.
15. Разяпов Р.К., Сираев Р.У., Вахромеев А.Г. Геологическое сопровождение эксплуатационного горизонтального бурения в рифейских карбонатах на Юрубчено-Тохомском НГКМ: проблематика и рекомендации.//Материалы всеросс. конф., Новосибирск, 2013, с.590, с.35—39.
16. Вахромеев А.Г., Сираев Р.У., Постникова О.В., и др. Литологические и гидродинамические факторы, определяющие условия первичного вскрытия и освоения продуктивных интервалов рифейского природного резервуара Юрубчено-Тохомского НГКМ по геологопромысловым данным горизонтального бурения и отбора керна в наклонных стволах // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2015, №3 (23), с.68—82.
17. Булнаев И.Б. Техника и технология отбора проб при разведочном бурении. М., Недра, 1974, с.182.