



АКТИВНАЯ
ТЕРМОМЕТРИЯ

ВОЗВРАЩЕНИЕ
ЭЛЕКТРОБУРЕНИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЦЕМЕНТНЫХ
РАСТВОРОВ

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

Neftegaz.RU

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

7 [127] 2022

СОВРЕМЕННОЕ
СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
С ТРИЗ



Входит в перечень ВАК

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ с применением долот PDC

Алимова Муниса Музаффаровна

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), студент-магистр

Щербакowa Ксения Олеговна

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), преподаватель кафедры СТБС

Соловьев Николай Владимирович

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), зав кафедрой СТБС, д.т.н., профессор, научный руководитель

Овезов Батыр Аннамухаммедович

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), старший преподаватель кафедры СТБС

В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧИЛИ ДОЛОТА С ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ АЛМАЗНЫМИ РЕЗЦАМИ ТИПА PDC. ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ ТАКИЕ ДОЛОТА ИЗНАШИВАЮТСЯ КРАЙНЕ НЕРАВНОМЕРНО. ОДНА ИЗ ПРИЧИН ЭТОГО – НЕОПТИМАЛЬНАЯ СИЛОВАЯ НАГРУЗКА ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ, А ТАКЖЕ ВОЗНИКАЮЩИЕ РАЗРУШИТЕЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ. В СВЯЗИ С ЭТИМ НЕОБХОДИМ ДРУГОЙ ПОДХОД ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ PDC ДОЛОТ, ОТЛИЧАЮЩИЙСЯ ОТ КЛАССИЧЕСКОГО. НА ОСНОВАНИИ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОРЫ ПРИХОДЯТ К ЗАКЛЮЧЕНИЮ О ТОМ, ЧТО НАНОАЛМАЗЫ, НЕСМОТРЯ НА СВОИ МАЛЫЕ РАЗМЕРЫ, ПРИ РАСПЫЛЕНИИ ИХ НА РАБОЧУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ДОЛОТ PDC НЕ УСТУПАЮТ АЛМАЗАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

IN RECENT DECADES, WHEN DRILLING WELLS, BITS WITH POLYCRYSTALLINE DIAMOND CUTTERS OF THE PDC TYPE CAME INTO COMMON USE. SUCH USED BITS WEAR OUT EXTREMELY IRREGULARLY. ONE OF THE REASONS FOR THIS IS THE NON-OPTIMAL POWER LOAD OF SEVERAL SECTIONS OF THE WORKING SURFACE, AS WELL AS THE ARISING DESTRUCTIVE VIBRATIONS. IN THIS REGARD, IT IS NECESSARY TO MAKE A DIFFERENT APPROACH TO DESIGNING PDC BITS, WHICH DIFFERS FROM THE CLASSICAL ONE. BASED ON THE STUDY, THE AUTHORS COME TO THE CONCLUSION THAT NANODIAMONDS, DESPITE THEIR SMALL SIZE, WHEN SPRAYED ONTO THE WORKING SURFACE OF PDC BITS, ARE ON A PAR WITH DIAMONDS USED IN THE LAST DECADE

Ключевые слова: долота, наноалмазы, бурение скважин, оборудование, породоразрушающий инструмент.

При бурении мягких и средних пород, представленных в геологическом разрезе большинства месторождений России, долота PDC являются основным инструментом. Средняя проходка на долота PDC в Западной Сибири составляет 10 000–15 000 м, механическая скорость проходки при бурении под кондуктор достигает более 100 м/ч, а под эксплуатационную колонну 50–75 м/ч.

В то же время в части горно-геологических разрезов (Приволжский район, Восточная Сибирь и др.), представленные породами средней твердости среднеабразивными горными породами, основным типом породоразрушающего инструмента остаются долота шарошечного типа, т.к. при работе долотами PDC в данных условиях происходит износ периферийного вооружения (LT – Lost Teeth, потеря зубков; ER – Erosion, эрозионный износ; рис. 1 и 2). Основной причиной износа алмазно-тведосплавных резцов являются вибрации, недостаточная промывка забоя при бурении в абразивных породах, а также некачественная очистка бурового раствора и, как следствие, гидроабразивный износ [6].

Одним из источников продольных, поперечных и крутильных колебаний PDC являются возмущающие силы, обусловленные работой долота PDC в перемежающихся по твердости горных породах.

Перемежаемость по твердости горных пород означает чередование средних слабоабразивных и твердых среднеабразивных горных пород (далее – средние по твердости и твердые горные породы).

Описывая механизм возникновения продольных колебаний, отметим, что в условиях разбуривания горных пород резцы PDC на периферийной части лопастей долота (на заплечнике и калибрующей части) при переходе из пропластка средней твердости в твердый пропласток испытывают повышенную нагрузку. При внедрении долота в твердую горную породу плечевые резцы первыми вступают в контакт, испытывая повышенную нагрузку по сравнению с резцами, которые все еще находятся в средних по твердости горных породах (рис. 3).

Сколы резцов происходят за счет первоначального контакта с твердыми пропластками и за счет

ФАКТЫ

10 000-
15 000 м

составляет средняя проходка на долота PDC в Западной Сибири

вибрации, возникающей во время выхода из твердой горной породы. В этот момент имеет место перемещение лопасти вверх (отскок), что сопровождается увеличением потенциальной энергии в КНБК. При выходе из твердого пропластка повышенную нагрузку испытывают резцы, расположенные на заплечнике и калибрующей части долота. Перемещение лопасти вниз сопровождается переходом потенциальной энергии в кинетическую. Таким образом, возникают низкочастотные колебания.

Импульсная перегрузка оказывает разрушительное воздействие на периферийные резцы, так как они

РИС. 1. Эрозионный износ



РИС. 2. Потеря зубков



РИС. 3. Переход лопасти долота PDC из средних в твердые пропластки горной породы

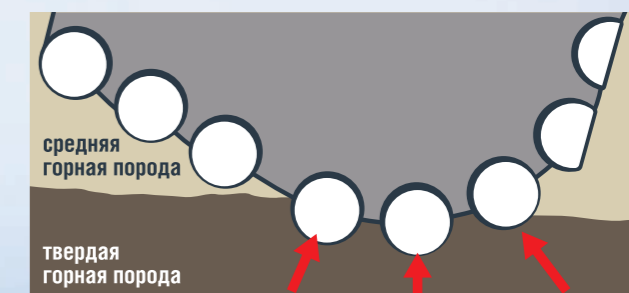
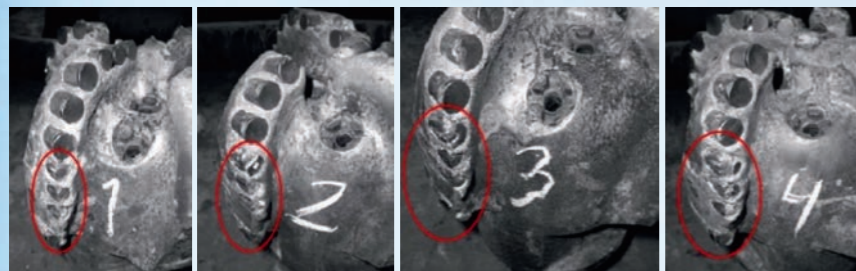


РИС. 4. Износ периферийного вооружения долота диаметром 215,9 мм



имеют больший радиус, чем центральные, что увеличивает инерцию ударной нагрузки [5]. Механизм поперечных перемещений долота как источник колебаний представлен на примере двухлопастного долота.

Состояние изношенных резцов, потеря диаметра долота PDC часто недооценивается, что приводит к дальнейшему увеличению затрат на восстановление калибрующей части долота. В центральной же части долота имеет место вдавливание вооружения лопасти и износ обычно происходит под гидроабразивным воздействием струи промывочной жидкости и шлама (рис. 4.) [4, 6].

Исходя из вышеописанного, можно увидеть слабые места долот PDC, а также направление, в котором нужно двигаться для их устранения.

Решением описанных проблем может прослужить использование наноалмазов в долотах PDC, что поможет максимизировать их прочность и сделать возможным их использование в любых горно-геологических условиях [2, 4].

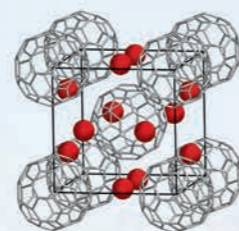
Преимущества:

- *средний размер наноалмазов на долоте будет составлять 4,2 нм, что меньше в 8 раз по сравнению с алмазами используемыми в настоящее время;*
- *удельная поверхность составляет 200–450 м²·г⁻¹, что значительно превышает износостойкость инструмента;*
- *простая технология покрытия наноамазами позволяет повысить стойкость долота, не повышая себестоимости;*
- *позитивный эффект достигается при введении в материал добавки наноалмазов в пределах от 0,1 до 1,0 мас. %.*

Введение наноалмазов в покрытия породоразрушающего инструмента позволит повысить микротвердость, износостойкость, а также антикоррозионную устойчивость. Минимальные размеры наноалмазов при их низком содержании (0,1 %) позволяют выполнить плотное и равномерное распределение по покрытию породоразрушающего инструмента [1, 3].

Обобщая вышеизложенное отметим, что геологический разрез большинства месторождений России и удобство применения долот PDC указывают на актуальность исследуемой проблемы. Исследования последних лет показывают, что износ оборудования характеризуется истиранием, сколами и дроблением, которые являются основными недостатками PDC долот.

РИС. 5. Структура наноалмаза



ФАКТЫ

Более **100** м/ч

составляет механическая скорость проходки при бурении под кондуктор и 50–75 м/ч – под эксплуатационную колонну

Наноалмазы

в покрытии породоразрушающего инструмента повышают микротвердость, износостойкость и антикоррозионную устойчивость

Данные исследований отработанных долот показывают, что основными свойствами износа породоразрушающего инструмента являются: износ зубцов – 17%, поломка зубцов – 30%, скалывание зубцов – 31%, выпадение зубцов – 3%, отсутствие износа – 19%.

PDC долота после обработки изнашиваются крайне неравномерно: больше всего изнашиваются резцы по периферийной части из-за наибольших удельных мощностей трения, а меньше всего – центральные. Исходя из опыта отработок, износ в центральной части лопасти чаще всего отсутствует.

Одной из причин износа является неоптимальная силовая нагрузка отдельно взятых участков рабочей поверхности, а также возникающие разрушительные вибрации. В связи с этим необходим другой подход по проектированию PDC долот, отличающийся от классического.

На основании проведенного исследования, можно сделать вывод, что наноалмазы, несмотря на свои малые размеры, при распылении их на рабочую поверхность долот PDC не уступают алмазам, используемым в последнее десятилетие; а также способны не только значительно повысить износостойкость инструмента, но и скорость бурения, а также срок службы оборудования. ●

Литература

1. Овчинников В.П. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: учебник для студентов вузов. – В 5 т. Т. 1 / под общ. ред. В.П. Овчинникова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 496 с.
2. Попов А.Н., Слива А.И., Акбулатов Т.О. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов / Под общей ред. А.И. Слива. – М.: ООО – 2003. (Дата использования 20.02.2022).
3. Ратов Б.Т. Разработка и совершенствование конструктивных параметров долот с резцами PDC / Б.Т. Ратов, Б.В. Федоров, Э.Ж. Омирзакова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 11. – С. 73–80.
4. Сечин Д.Ю. Применение нанотехнологий в нефтегазовом бурении // Устойчивое развитие науки и образования. 2019. № 3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37337552> (Дата использования 19.02.2022).
5. Соловьев Н.В., Кривошеев В.В., Башкатов Д.Н. Бурение разведочных скважин: учебник для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 2007. – 904.
6. Чулкова В.В. Разработка методических и технологических решений по выбору долот PDC с усиленным антивибрационным вооружением // ООО «Газпром ВНИИГАЗ». – 2017.
7. Шамилов В.М. Перспективы применения углеродных наноматериалов в нефтедобыче // SOCAR. 2020. № 3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44715620>. (Дата обращения 20.01.2022).

KEYWORDS: *chisels, nanodiamonds, well drilling, equipment, rock-breaking tools.*

О ЧЕМ ПИСАЛ Neftegaz.RU 10 ЛЕТ НАЗАД...

ЕС должен отказаться от газа и угля

Евросоюзу должен отказаться от газа и угля. Об этом заявил в июле 2012 г. автор системы «зеленые тарифы» депутат парламента Германии Г.И. Фел. «Цены на традиционные виды топлива постоянно растут. И чем дальше, тем они больше отягощают экономику», – сказал он. По его словам, страны ЕС терпят ущерб из-за глобального потепления. Новые виды энергии будут дешевле, так как это зависит от развития технологий.



Комментарий Neftegaz.RU

Европейский энергетический кризис, вызванный отказом от российских энергоносителей, привел к росту цен на углеводородное топливо и его нехватке для европейских потребителей. Чтобы обеспечить энергоснабжение в нужном объеме европейские страны временно запускают угольные станции, которые согласно плану должны были быть выведены из схемы энергообеспечения до конца следующего года. Станции будут работать вхолостую, что не скажется на экологии, но в любой момент будут готовы начать поставлять энергию.

НОВАТЭК начал строительство морского порта Сабетта

20 июля 2012 г. состоялась церемония начала строительства морского порта Сабетта, который



будет ключевым элементом транспортной инфраструктуры проекта «Ямал СПГ», предусматривающего создание завода по сжижению природного газа на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения НОВАТЭКа. Развитие портовой и технологической инфраструктуры позволит экспортировать СПГ, увеличит судозаходы.

700 км и позволит подключить к магистрали месторождения Юрубчено-Тохомской зоны ВСТО, помимо Куюмбы и Юрубчены.

Комментарий Neftegaz.RU

В марте 2017 г. Славнефть-Красноярскнефтегаз начала опережающие поставки нефти с Куюмбинского месторождения на объекты перекачки системы МНП Куюмба–Тайшет. Подача сырья в систему МНП стала возможна благодаря завершению строительства объектов первой очереди обустройства Куюмбинского месторождения, а также переводу на механизированную добычу 15 скважин и запуску мобильной УПН.



Строительство МНП Куюмба – Тайшет проходило в два этапа. По завершении первого построено 700 км МНП и два НПС, пропускная мощность составила 8,6 млн т нефти в год. Второй этап предполагает строительство еще двух НПС до конца 2023 г, что позволит увеличить пропускную способность до 15 млн т нефти год. ●

Комментарий Neftegaz.RU

Первые грузовые суда порт принял в 2013 г. В 2015 г. для порта был выделен дополнительный участок под причал, предназначенный для приема строительных грузов и грузов снабжения, необходимых для НГКМ Утреннее. Объем импортных грузов в морском порту Сабетта в третьем квартале прошлого года вырос в одиннадцать раз за счет поставки оборудования для строительства СПГ-завода НОВАТЭКа «Арктик СПГ-2».

Транснефть начала строительство нефтепровода Куюмба – Тайшет в Восточной Сибири

В июле 2012 г. Транснефть приступила к прокладке просеки под строительство нефтепровода Куюмба–Тайшет. Под трассу уже вырублено 66 км. Общая длина трубопровода составит