

Considered an improved method of installing casing in the borehole using a vibrator cross action.

Key words: casing, vibrator.

Литература

1. Горная энциклопедия. Т. 3. / Гл. ред. Е. А. Козловский. Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др. – М.: Сов. Энциклопедия, 1987. – 592 с.
2. Ребрик Б. М. Вибротехника в бурении. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1966. – 232 с.
3. Пат. 15012 Україна, МПК Е 21 В 17/00, Е 21 В 19/00, Е 21 В 33/00. Гідромоніторний наконечник обсадної колони / Б. М. Васюк, В. М. Присяжний, Г. М. Вікторов и др. – Заявл. 18.11.2005; Опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6.

Поступила 10.06.11

УДК 621.921.34-2: 622.24.05

Г. П. Богатырева, д-р техн. наук, **А. М. Исонкин**, **Г. Д. Ильницкая**,
Р. К. Богданов, кандидаты технических наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ СТРУКТУРИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК НАНОАЛМАЗАМИ

Рассмотрено влияние наномалмазов в качестве объёмно-модифицирующих добавок в небольшом количестве на твердость и износостойкость композиционных материалов матриц буровых импрегнированных коронок.

Ключевые слова: наномалмазы, композит, буровая коронка, износостойкость.

Большинство матриц импрегнированных коронок, оснащенных монокристаллическими синтетическими алмазами (СА), являются композиционными материалами, состоящими не менее чем из двух компонентов, которые различаются природой или химическим составом. При этом компоненты объединены в единую монолитную структуру с границей раздела между структурными составляющими, оптимальное сочетание которых обеспечивает высокую работоспособность алмазного породоразрушающего инструмента [1].

Несмотря на значительное количество матриц буровых коронок по составу и областям применения, перспективным является поиск новых составов, обеспечивающих их высокую износостойкость и производительность бурения. Проблема создания новых и повышения эксплуатационных показателей известных матричных композиций для импрегнированных коронок остается актуальной.

Разнообразие принципиально новых свойств наноструктурированных материалов позволяет использовать их для качественно новых приложений в различных отраслях промышленности, в том числе при разработке инструмента для бурения геологоразведочных скважин. В технологиях получения и применения наноматериалов размером 1 – 100 нм все более заметную роль играют кластеры углерода, самыми многообещающими из которых являются ультрадисперсные синтетические алмазы детонационного синтеза (ДНА) [2].

К перспективным направлениям решения задачи повышения работоспособности породоразрушающего инструмента относится применение ДНА для получения металломатричной композиции буровых коронок, содержащей нанодисперсные алмазы в качестве упрочняющих частиц малого размера.

Основная цель исследований, результаты которых приведены в настоящей работе, состояла в изучении влияния добавок ДНА на работоспособность алмазных буровых коронок.

Исследования проводили на металломатричной композиции из шихты ВК6, пропитанной медью М1, которая наиболее широко применяется при производстве импрегнированных буровых коронок конструкции ИСМ.

Методика исследований

Объектом лабораторных исследований были приняты буровые коронки типа БС20 диаметром 76 мм.

Для обеспечения чистоты исследований все экспериментальные коронки конструктивно и технологически выполняли одинаковыми. ДНА марки АСУД99 предварительно вводили в шихту ВК6 в объёме 0,5 %; 1,0 %; 2,0 % и 3,0 %, которую в последствии использовали при изготовлении буровых коронок по стандартной технологии [3].

Коронки оснащались алмазами АС125Т зернистостью 400/315 мкм при относительной концентрации в матрице 125%. В состав матрицы буровой коронки, принятой в качестве сравнения, ДНА не входили .

Основным показателем качества изготовления матричной композиции является её твердость. Кроме того, твердость – практически единственная широко используемая характеристика матричного материала при выборе породоразрушающего инструмента для конкретных геологических условий бурения [4]. Твердость композиционных материалов по Виккерсу определяли стандартными методами.

Лабораторные исследования по изнашиванию импрегнированных

буровых коронок с различным содержанием ДНА в металломатричном композите и энергоёмкости разрушения ими горной породы в зависимости от параметров режима бурения проводили с помощью специального бурового стенда – модернизированного радиально-сверлильного станка модели 2Н58, дополнительно оснащенного гидравлической системой подачи и системой промывки скважины [3].

Вид и режимы изнашивания буровых коронок соответствовали производственным условиям работы инструмента, а условия испытаний были однозначны для всей партии исследуемых коронок. Высоту износа породоразрушающего инструмента после опытов измеряли с точностью до 1 мкм измерительной стойкой с индикаторной головкой типа МИГ-1.

В качестве эталонной горной породы для исследований износостойкости инструмента из монокристаллических алмазов выбрали коростышевский гранит категории буримости X, характеризующийся стабильными физико-механическими свойствами (твердость по штампу $P_{ш} = 237$ даН/мм²; абразивность – 43; объединенный показатель буримости $\rho_m = 34,2 - 51,2$). Бурение в блоке породы осуществляли на глубину 0,4 м за единичный опыт.

Интенсивность изнашивания I определяли как отношение линейного износа h_i к длине пути трения:

$$I = \frac{2h_i}{\pi(D_n + D_{вн})nT},$$

где: h_i - износ коронки по высоте, мм; D_n , $D_{вн}$ - соответственно наружный и внутренний диаметр коронки, мм; n - частота вращения, мин⁻¹; T – продолжительность бурения, мин.

Эффективность разрушения горной породы при постоянной механической скорости бурения (подаче коронки за один оборот) оценивали по удельной энергоёмкости - отношению работы, затрачиваемой при бурении определенного объема горной породы, к его величине:

$$A_{уд} = \frac{3,6 \cdot 10^6 N T}{\pi(D_n^2 - D_{вн}^2)L},$$

где: N – мощность на разрушение горной породы, кВт; L – проходка за опыт, м.

Указанные буровые коронки обрабатывали при частоте вращения 400–800 мин⁻¹, наиболее широко применяемой в практике алмазного бурения. Достигаемая в результате этого механическая скорость бурения 1,5–4,8 м/ч соответствовала аналогичному показателю в производственных условиях. За счет поддержания постоянной подачи за оборот (63, 80 и 100 мкм) механическая скорость бурения была одинакова в рамках одного цикла опытов для всех четырех групп экспериментальных коронок.

Результаты и их обсуждения

На первом этапе исследований была определена твердость металломатричного композита алмазного слоя буровых коронок (рис. 1).

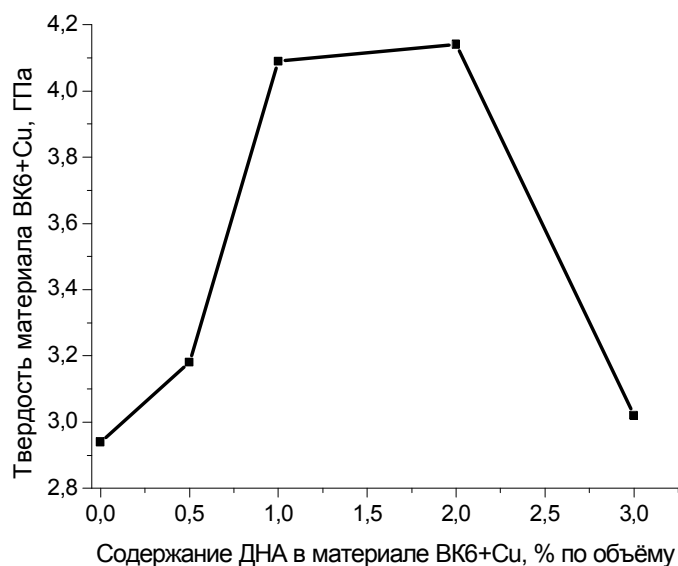


Рис. 1. Зависимость твердости металломатричного алмазосодержащего композита матрицы на основе ВК6+Си от содержания в нём нанодiamondов

Как видим на рис. 1, в зависимости от содержания нанодiamondов в металломатричной композиции твердость ее изменяется. Так, при введении в состав шихты 2 % об. ДНА твердость металломатричной композиции повышается в 1,3 раза по сравнению с твердостью обычной матрицы. Дальнейшее повышение содержания нанодiamondов в шихте приводило к снижению твердости композита.

Критерием высокой эффективности работы алмазных буровых коронок является достижение максимально возможной производительности (механической скорости бурения) при каждом сочетании параметров режима бурения и минимальной для этого режима бурения интенсивности изнашивания инструмента и энергоемкости разрушения

горной породы. В соответствии с этим на втором этапе исследований изучали влияние изменения твердости металломатричной композиции на эффективность работы экспериментальных коронок.

Результаты исследований показаны на рис. 2, 3.

Представленные на рис. 2 результаты исследований показывают общую для всех коронок закономерность повышения интенсивности изнашивания с повышением частоты вращения и подачи коронки за оборот. С учетом того, что процесс разрушения горной породы осуществлялся в нормальном режиме, интенсивность изнашивания коронок находится в линейной или близкой к ней зависимости от частоты вращения для всех значений подачи за оборот.

Также данные рис. 2 свидетельствуют о том, что наименьшая интенсивность изнашивания, т. е. наибольшая износостойкость, при любой частоте вращения и любой подаче за оборот присуща коронкам, содержащим в металломатричном композите 1% об. и 2% об ДНА.

С повышением содержания ДНА (более 2%об) интенсивность изнашивания повышается и приближается к уровню этого показателя для коронок, не содержащих ДНА в составе металломатричного композита.

Необходимо отметить, что в сравнении с частотой вращения такой фактор, как подача коронки за оборот, вызывает более значительное изменение интенсивности изнашивания, так как увеличение объема разрушаемой

горной породы вызывает повышение динамических нагрузок на рабочий торец инструмента, тем самым повышая силу трения матрицы и располагающихся на ее рабочем торце алмазов о горную породу.

Можно предположить, что соответствие приведенных зависимостей определяется соотношением затрат мощности на разрушение горной породы и трение о нее коронки. Об этом свидетельствуют данные по энергоемкости процесса разрушения горной породы, показанные на рис. 3.

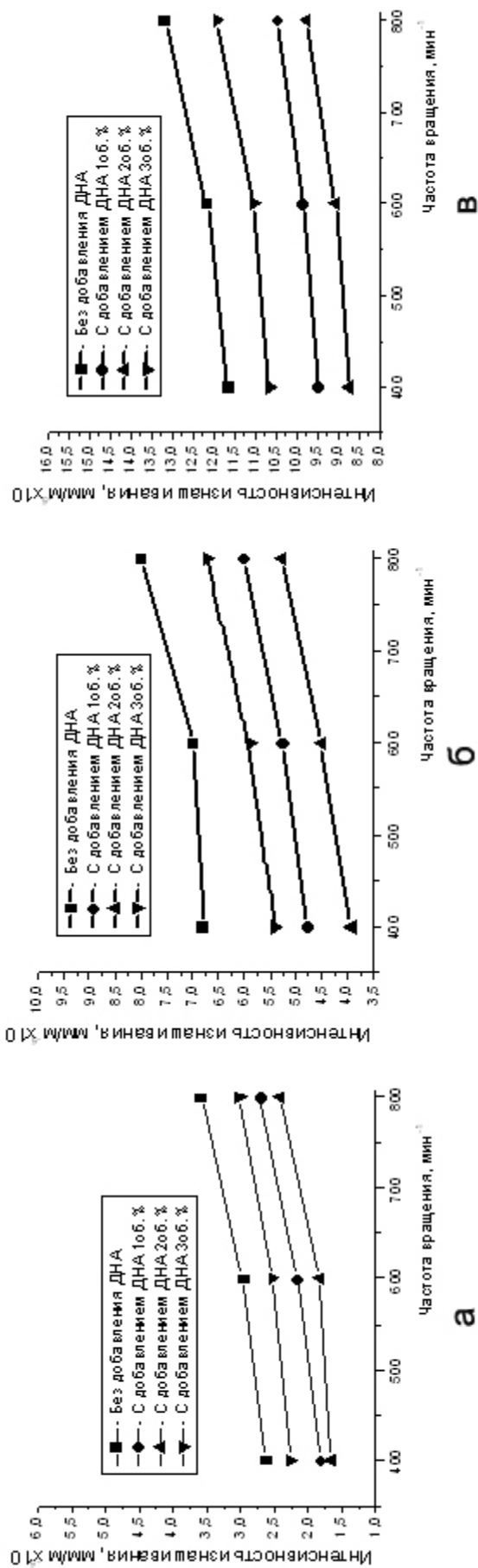


Рис.2. Зависимость интенсивности изнашивания буровых коронок от содержания в их матрице ДНА при различной частоте вращения и подаче за один оборот: а) –63 мкм; б) –80 мкм; в) –100 мкм.

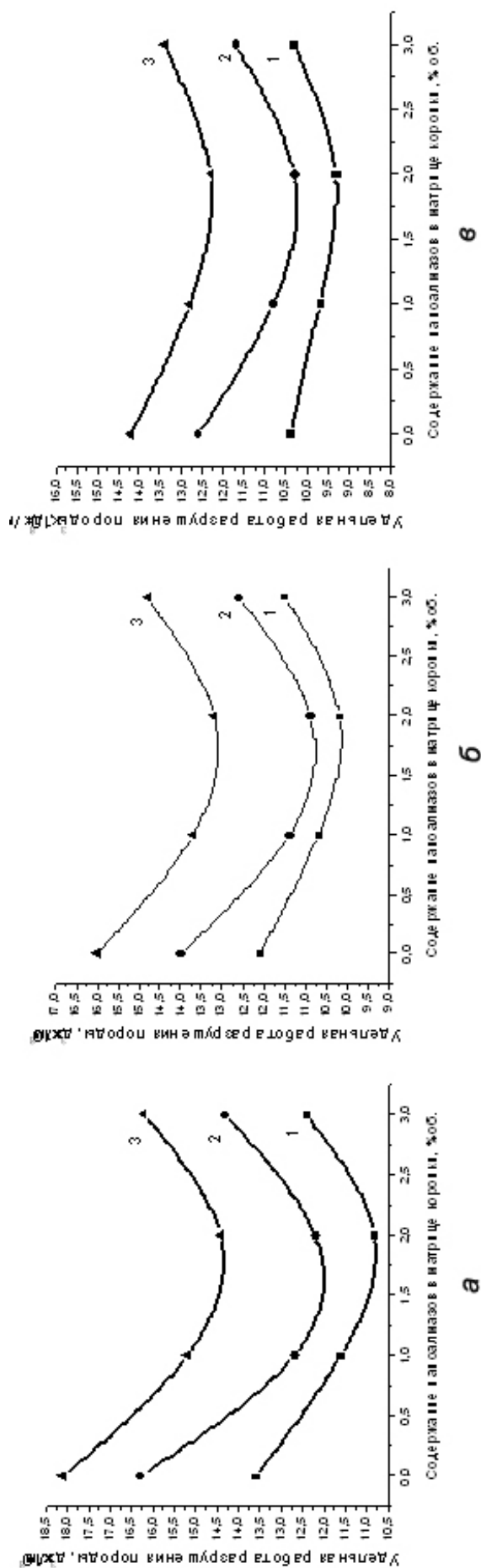


Рис. 3. Зависимости удельной работы разрушения коростышевского гранита от содержания ДНА в матрице буровых коронок при различной частоте вращения (а) – 400 мин-1; б) – 600 мин-1; в) – 800 мин-1) и подаче коронок за оборот (1) – 63 мкм; 2) – 80 мкм; 3) – 100 мкм)

Это объясняется тем, что с повышением твердости металломатричного композита повышается его способность противостоять абразивному изнашиванию под действием частиц шлама разрушенной горной породы.

Результаты сравнительного анализа данных по энергоемкости разрушения (рис. 3) показывают, что экспериментальным коронкам, в составе металломатричного композита которых содержание ДНА составляет 1–2% об., присуща наименьшая удельная объемная работа разрушения.

При равенстве для всех коронок (в границах единичного опыта) объема разрушаемой горной породы и сопоставлении с показателями их износостойкости это свидетельствует о более эффективном использовании ими энергии, подводимой к забою скважины.

Выводы

С увеличением содержания ДНА в составе металломатричного композита буровых коронок до оптимального в рассматриваемом случае 2% об. – интенсивность изнашивания и удельная работа разрушения породы в среднем снижаются соответственно в 1,44 и 1,2 раза в сравнении с коронками без ДНА в составе металломатричного композита.

Розглянуто вплив наноалмазів як об'ємно-модифікуючих добавок у невеликій кількості на твердість та зносостійкість композиційних матеріалів матриць бурових імпрегнованих коронок.

Ключові слова: наноалмази, композит, бурова коронка, зносостійкість.

The effect of nanodiamonds as a volume-modifying additives in small quantities on the hardness and wear resistance of composite materials matrix impregnated drill bits.

Key words: nanodiamonds, a composite, drill bit, resistance to abrasion.

Литература

1. Сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении / П. В. Зыбинский, Р. К. Богданов, А. П. Загора, А.М. Исонкин. – Донецк: Норд-Пресс, 2007. – 244 с.
2. Долматов В. Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: Получение, свойства, применение. –СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. –344 с.
3. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / Под ред. В. Н. Бакуля, –К., Наук. думка, 1978. – 232 с.
4. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / И. С. Афанасьев, Г. А. Блинов, П. П. Пономарев и др. – СПб.: Недра, 2000. – 712 с.

Поступила 09.06.11

УДК 622.243.054

І. І. Чудик, канд. техн. наук; **Т. Г. Лавинюкова**, **Я. С. Гриджук**, **В. М. Гнатківський**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБЕРТАННЯ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ У ВИКРИВЛЕНІЙ СВЕРДЛОВИНІ В СЕРЕДОВИЩІ БУРОВОГО РОЗЧИНУ

В даній статті запропоновано методи розрахунку моменту опору обертання бурильної колони у буровому розчині і викривленій частині стовбура свердловини. В розрахунках враховано можливі види обертання бурильної колони навколо осі свердловини. Вперше отримано залежність для визначення моменту обертання бурильної колони у викривленому стовбурі свердловини з врахуванням її згину, опору зовнішнього середовища з боку тертя об стінки свердловини і буровий розчин, а також роботу долота і осьових сил. Проведено низку розрахунків за результатами яких побудовано графічні залежності.

Ключові слова: бурильна колона, свердловина, момент опору.

Буріння свердловини – це складний технологічний і енерговитратний процес, при якому передавання енергії до долота для руйнування гірської породи забезпечується різними механічними