

ДО ОЦІНКИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ФЛУКТУАЦІЙ В ЗЕРНАХ АЛМАЗУ ПРИ БУРІННІ АЛМАЗНИМИ КОРОНКАМИ

¹Васильєв Д.Л., ²Лівак О.В., ²Кравець В.І., ³Ганкевич В.Ф.

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, ²Український державний хіміко-технологічний університет, ³Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

К ОЦЕНКЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ В ЗЕРНАХ АЛМАЗА ПРИ БУРЕНИИ АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ

¹Васильев Д.Л., ²Ливак О.В., ²Кравец В.И., ³Ганкевич В.Ф.

¹Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, ²Украинский государственный химико-технологический университет, ³Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»

TO ESTIMATION OF TEMPERATURE FLUCTUATIONS IN DIAMOND GRAINS WHEN DRILLING WITH DIAMOND BITS

¹Vasyliiev D.L., ²Livak O.V., ²Kravets V.I., ³Gankevich V.F.

¹Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine, ²Ukrainian State University of Chemical Technology, ³National Technical University "Dnipro Polytechnic"

Анотація. Якщо розглядати взаємодіючу пару: матрицю алмазної коронки, армовану виступаючими алмазами і гірську породу, як якусь систему, то в процесі тертя матриці по забою зовнішня механічна енергія перетворюється в енергію потоків тепла і речовини. Основна концентрація потоків відбувається в місцях, де алмази виступають над матрицею і сприймають на себе додаткове навантаження. Система тертя намагається згладитися, концентруючи на алмазах тиск і температуру. Алмази, в силу своєї більш високої твердості, ніж руйнована середа, вдавлюються в породу і руйнують її. Оскільки процес різання гірських порід є переривчастим, то концентрація енергії на алмазах відбувається періодично, у вигляді «спалахів». Кожен такий «спалах» супроводжується короткочасним підвищенням температури в зоні контакту (температурною флуктуацією) і відколом мікрочастинки породи.

В роботі, з позицій термопружної нестійкості розглянуто питання температурних мікроспалахів в одиничних алмазах при взаємодії шорстких поверхонь матриці алмазної коронки і забою свердловини, з метою врахування цього фактора в механізмі зносу алмазів бурової коронки. Зроблено оцінку величини температурних флуктуацій на поверхні ріжучих алмазів і визначено розмір зони спалахів.

Показано, що при бурінні граніту алмазною коронкою на поверхні алмазу в зоні розміром $5,8 \cdot 10^{-5}$ м спостерігаються температурні величиною $400^\circ\text{C} < T < 3650^\circ\text{C}$, отже, наявність таких «мікроспалахів» на поверхні алмазу в дуже малій області в процесі взаємодії з породою може призводити до графітизації алмаза в цьому місці і відриві від поверхні зерна. Такий механізм повинен грати певну роль в зносі і руйнуванні ділянок поверхні алмазів в процесі буріння.

Величина температурних флуктуацій залежить від фізико-механічних властивостей контактуючої пари: алмаз – гірська порода, режимних параметрів роботи інструменту і характеру розміщення алмазів в матриці коронки.

У зв'язку з цим дослідження оцінки температурних флуктуацій в зернах алмазу при бурінні алмазними коронками може виявитися практично цікавим.

Ключові слова: гірська порода, термічні напруження, інтенсивне охолодження, система макро- й мікротріщин

Відомо [1], що температурний фактор в зоні буріння впливає на працездатність алмазних зерен бурових коронок. Дія температур проявляється, головним чином, у вигляді температурних деформацій алмазів (зашліфованій ріжучих граней кристалів, розтріскувань по площинах спайності або двійникування через температурні напруження, зниження твердості і абразивної здатності зерен алмазів і т.д.). При нагріванні алмазу до 600°C мікротвердість його знижується на 30 %, а при 1000°C – до 60 % [2].

При виборі режимів буріння конкретних гірських порід для заданого інструменту намагаються організувати режим буріння таким чином, щоб середня температура в зоні буріння не перевищувала 600-800 °С.

Основні підходи, пов'язані з розрахунками температур нагрівання алмазу мають статистичний характер [1, 3]. Однак різання породи алмазом є дуже динамічним процесом, тому слід припустити, що температура на поверхні алмазу в процесі різання матиме такий самий динамічний характер. Очевидно, що в якісь моменти температура певних точок алмаза буде зростати до певного максимуму, потім буде відбуватися скидання температури і т.д.

Розглянемо температурний стан алмазів бурової коронки на мікрорівні з позицій теорії термопружної нестійкості при взаємодії поверхонь матриці коронки (армованої алмазами) і породного вибою.

При контакті ковзання спочатку плоских поверхонь тепло виділяється від тертя в області контакту зі швидкістю

$$q = \mu VP, \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт тертя; V – швидкість ковзання; P – середній тиск.

Якщо тиск P – рівномірний, то тепловий потік до поверхонь так само буде рівномірним і те ж саме буде мати місце для температури поверхні. Відомо багато випадків, коли в стаціонарно рухомій поверхні розвиваються «гарячі плями», де температура істотно перевищує очікувану середню. Це явище досліджено Барбером [4]. Він показав, що малі початкові відхилення від ідеальної відповідності поверхонь призводять до концентрації тиску і, отже, до фрикційного тепловиділення на окремих ділянках поверхні контакту. Ці ділянки розташовуються вище рівня навколишньої поверхні і зменшують область дійсного контакту, тому локальна температура підвищується ще більше. Цей процес називається «термопружною нестійкістю». Якщо прослизання триває, то підняті ділянки, де концентрується тиск, будуть знижуватися внаслідок зносу, поки контакт не настане всюди. Нові контактні ділянки починають нагріватися, розширюються і сприймають навантаження, цикл повторюється. Цей циклічний процес часто спостерігається в контакті ковзання прилеглих поверхонь. Масштаб нагрітих ділянок в цілому великий у порівнянні з масштабом поверхневих шорсткостей і час описаного циклу великий в порівнянні з часом взаємодії шорсткостей.

На рис. 1 приведена схема взаємодії шорстких поверхонь (при розв'язанні задачі одна поверхня приймається гладкою, а інша шорсткою).

Основні розрахункові залежності прийняті у відповідності з викладеними в роботах [4, 5].

Поверхні стискаються між собою середнім тиском P .

Нерухоме тіло має коефіцієнт спотворення s і його поверхня містить малу початкову

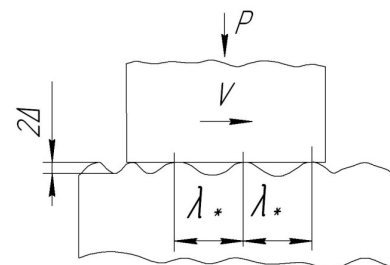


Рисунок 1 – Схема взаємодії шорстких поверхонь для розгляду механізму термопружної нестійкості

хвилястість амплітуди Δ з довжиною хвилі λ_* . Ізотермічний тиск необхідний для сплюснення цієї хвилястості дорівнює

$$P'' = (\pi E^* \Delta / \lambda_*) \cos(2\pi x / \lambda_*), \quad (2)$$

де E^* – приведений модуль пружності; x – поточна координата уздовж площин ковзання.

Стационарне термічне спотворення поверхні визначається з рівняння:

$$d^2 \bar{U}_z / dx^2 = cq = c\mu V P_{(x)}, \quad (3)$$

де c – коефіцієнт спотворення поверхні при нагріванні, $c = (1 + \nu) \cdot \alpha / \lambda$; ν – коефіцієнт Пуассона матеріалу півпростору; α – коефіцієнт термічного розширення; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу; $P_{(x)}$ – поточне значення тиску (флуктуаційна складова).

Флуктуації тиску виражаються формулою

$$P_{(x)} = P^\circ + P^* \cos(2\pi x / \lambda_*), \quad (4)$$

де P° – середня складова тиску; P^* – флуктуаційна компонента тиску.

P^* може бути виражено залежністю

$$P^* = \pi E^* / \lambda_* (\Delta + c\mu V P^* \lambda_*^2 / 4\pi^2), \quad (5)$$

звідки

$$P^* / P^\circ = (\pi E^* \Delta / \lambda P^\circ) / (1 - c\mu V P^* \lambda_* / 4\pi). \quad (6)$$

З (6) зрозуміло, мінімальне значення флуктуаційної компоненти становить

$$P^* = \pi E^* \Delta / \lambda_*. \quad (7)$$

Приведений модуль пружності E^* знаходиться з формули

$$1/E^* = (1 - \nu_1^2) / E_1 + (1 - \nu_2^2) / E_2, \quad (8)$$

де E_1 і E_2 – модулі Юнга третьових поверхонь; ν_1 і ν_2 – коефіцієнти Пуассона третьових поверхонь.

Лінійний розмір зони, в якій спостерігається «сплеск» тиску визначається за формулою

$$\ell = 2 / c\mu V E^*. \quad (9)$$

Величина «сплеску» температури визначається за залежністю

$$T^* = \mu V \lambda_* P^* / 2\pi \lambda. \quad (10)$$

Всі перераховані міркування справедливі і термопружна нестійкість має місце в тих випадках, коли має місце досить жорстка взаємодія двох поверхонь, тобто тоді, коли термічні деформації подавляються силою притиснення поверхонь. При алмазному бурінні коронка «пружно» притискається до забою з більш-менш постійним зусиллям.

В роботі [5] вперше була висловлена гіпотеза про те, що при алмазному бурінні має місце механізм термопружної нестійкості. Було показано, що термопружне спотворення профілю забою свердловини на задній, збігаючій частини сектора матриці можна порівняти з максимальними значеннями заглиблення алмазів в гірську породу. Механізм взаємодії ріжучих алмазів з породою може бути представлений таким чином. У процесі руху алмазу порода в зоні контакту нагрівається і деформується («спучується») в бік матриці, створюючи додатковий тиск в місці стикання, а отже і додатковий сплеск температури в цій зоні. Як тільки відбувається мікровідкол породи, температура повертається до свого середнього значення. Рухаючись далі, алмаз знову вривається в породу і цикл повторюється.

Якщо прийняти, що в процесі роботи алмазної коронки забій деформується від нагрівання в зоні контакту алмазу з породою у вигляді біжучої хвилі, а сама коронка завдяки охолодженню знаходиться в стаціонарному температурному полі і не відчуває значних змінних теплових деформацій, то модель наведена на рисунку 1, можна наближено прийняти за робочу при розрахунку температурних «спалахів» в зоні контакту алмазів з породою. Розрахунки «сплесків» тиску і температури, а також розмірів зони флуктуації можна виконувати по залежностям (7), (9) та (10). При цьому будемо вважати, що:

- матриця коронки і алмаз в цілому завдяки системі охолодження знаходяться в стаціонарному тепловому полі і не мають значних змінних теплових деформацій;
- зазор між матрицею і вибоєм заповнений спресованою зруйнованою гірською породою;
- величина теплової деформації породи дорівнює глибині заглиблення алмазу в вибій.

Оцінимо величину температурних флуктуацій для одного з реальних режимів буріння одношарової коронкою діаметром 76 мм, з осьовим навантаженням 10000 Н і частотою обертання 470 об./хв. Експерименти з буріння проводилися в НГУ [6]. Максимальна заміряна температура в зоні контакту інструмент-порода становила 1173 К.

Всі розрахунки, природно, мають оціночний характер і ведуться по мінімальному варіанту.

Алмази розташовані уздовж лінії різання на середній відстані λ_* , заглиблені в породу на глибину Δ . Зазор між матрицею і вибоєм заповнений спресованою зруйнованою породою. Тобто контакт між матрицею і вибоєм будемо вважати ідеальним (якщо прийняти, що кожен алмаз дає сплеск деформації породи, то наближено можемо вважати, що коронка ковзає по забою хвилястої форми з довжиною хвилі λ_* і амплітудою Δ , відповідно до рис. 1.

При бурінні граніту VIII-X категорії за буримістю використовувалися коронки зернистістю 60-90 шт./кар. При бурінні такого граніту навантаження на один алмаз становить 60 Н/алм. Для даного експерименту навантаження складає 10000 Н.

Режим промивки коронки в даній задачі не має ніякого значення, так як мова йде про жорсткий контакт мікрошорсткостей поверхонь. З місць контакту в даний конкретний момент часу охолоджуюче середовище просто видавлюється. Температурні «спалахи» є добавкою до загального температурного поля в зоні контакту коронки з породою.

Число алмазів в контакті $10000 \text{ Н}/60 \text{ Н/алм} \approx 166$.

Площа торця коронки $S = 0,001393 \text{ м}^2 = 13,93 \text{ см}^2$.

Отже, в 1 см^2 знаходиться $166/13,93 \approx 12$ шт.

Якщо відома питома насиченість коронки алмазами k шт./ см^2 , то середня відстань між алмазами по лінії різання знаходиться з рівнянь

$$100/a^2 = n^2; \quad (n+1)^2 = k, \quad (11)$$

де n – кількість алмазів при розкладці; a – відстань між алмазами, мм; k – питома насиченість алмазами торцю, шт/ см^2 .

Для $k = 12$: $a = 4,06 \text{ мм} = 4,06 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Глибина заглиблення алмазів в породу при експерименті складає [1] в середньому $0,045 \cdot 10^{-5} \text{ м}$. Отже, $\Delta = 0,045 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, $\lambda_* = 4,06 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

За формулами (7), (8) і (10) визначимо величини мінімального пікового навантаження (флуктуації тиску) і температурний «спалах».

Порода – граніт. Модуль Юнга граніту приймаємо $E = 2,6 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$.

Коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,1$.

Якщо прийняти, що при роботі коронки об поверхню граніту третя в основному спресований шлам, то наведений модуль пружності:

$$E^* = E/2(1 - \mu^2) = 2,6 \cdot 10^{10} / 2(1 - 0,01) = 1,3 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2;$$

$$P^* = \pi E^* \Delta / \lambda_* = 3,14 \cdot 1,3 \cdot 10^{10} \cdot 0,045 \cdot 10^{-5} / 4,06 \cdot 10^{-3} = 0,045 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2;$$

$$T^* = \mu V \lambda_* P^* / 2\pi \lambda = 0,39 \cdot 1,66 \cdot 4,06 \cdot 10^{-3} \cdot 0,045 \cdot 10^8 / 2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 = 784 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Коефіцієнт теплопровідності граніту $\lambda = 2,4 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$.

Швидкість руху матриці уздовж забою

$$V = 2\pi n R_{cp} = 2 \cdot 3,14 \cdot 470 / 60 \cdot 0,03375 = 1,66 \text{ м/с};$$

$n = 470 \text{ об./хв}$ – частота обертання коронки;

$R_{cp} = 0,03375 \text{ м}$ – середній радіус коронки;

$\mu = 0,39$ – коефіцієнт тертя при роботі алмазної коронки.

Лінійний розмір зони, в якій спостерігається «сплеск» температури, за формулою (9):

$$\ell = 2/c\mu VE^* = 2/0,45 \cdot 10^{-5} \cdot 0,39 \cdot 1,66 \cdot 1,3 \cdot 10^{10} = 5,28 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

де $c = (1 + \nu) \cdot \alpha / \lambda = (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-5} / 2,4 = 0,45 \cdot 10^{-5}$; $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ – коефіцієнт термічного розширення граніту.

Оцінимо, які температурні спалахи можна «очікувати» при різних варіантах розкладки алмазів і глибинах занурення алмазів в породу.

Питома насиченість алмазів у вітчизняних і зарубіжних коронках коливається від 10,3 до 41,0 шт./см².

Отже, середня відстань між сусідніми алмазами уздовж лінії різання становить від 4,55 мм до 1,74 мм ($4,55 \cdot 10^{-3}$ м до $1,74 \cdot 10^{-3}$ м).

Глибина занурення алмаза Δ при бурінні коливається в межах від $0,006 \cdot 10^{-5}$ м до $0,080 \cdot 10^{-5}$ мм.

Звідси відношення величин Δ/λ_* коливається від $0,006 \cdot 10^{-5}/4,55 \cdot 10^{-3} = 1,32 \cdot 10^{-5}$ до $0,08 \cdot 10^{-5}/1,74 \cdot 10^{-3} = 4,59 \cdot 10^{-4}$.

Коливання спалахів тиску складає за (7)

$$5,4 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2 < P^* < 18,7 \cdot 10^{-6} \text{ Н/м}^2.$$

Звідси коливання температури спалахів при граничних комбінаціях розкладки алмазів і глибини їх заглиблення в породу за формулою (10) складуть

$$\frac{0,39 \cdot 1,66 \cdot 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 5,4 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4} \approx 400 \text{ }^\circ\text{C} < T^* < \frac{0,39 \cdot 1,66 \cdot 4,55 \cdot 10^{-3} \cdot 18,7 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4} \approx 3650 \text{ }^\circ\text{C}$$

Сплески температур на поверхні кристалів алмазу в діапазоні $400 \text{ }^\circ\text{C} < T^* < 3650 \text{ }^\circ\text{C}$, в областях, що становлять соті частки міліметра, є, як би «добавкою» до загального до температурного поля, що має місце в області контакту інструменту з породу. Очевидно, що температурні флуктуації матимуть місце, в першу чергу, на виступаючих частинах кристалів алмазу (ребрах, вершинах тощо), і викликатимуть температурну ерозію в цих місцях.

Наявність «мікроспалахів» досить великої величини на поверхні алмазу в дуже малій області в процесі взаємодії з породу може призводити до графітизації алмаза в цьому місці і відриві модифікованих частинок від поверхні зерна. Такий механізм може грати певну роль в зносі і руйнуванні алмазних зерен в процесі буріння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горшков Л.К., Гореликов В.Г. Температурные режимы алмазного бурения. М.: Недра, 1992. 173 с.
2. Лоладзе Т.Н., Бокучава Г.В. Износ алмазов и алмазных кругов. М.: Машиностроение, 1967. 112 с.
3. Кудряшов Б.Б., Оношко Ю.А. Нагрев и охлаждение алмазной коронки при бурении / Методика и техника разведки. Л.: ОНТИ ВИТР, 1964. № 46. С. 49-61.
4. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. М.: Мир, 1989. 320 с.
5. О термоупругом искажении профиля поверхности забоя скважины при алмазном бурении / Кожевников А.А., Вахалин Ю.Н., Вывинский П.П., Мартыненко И.И., Дреус А.Ю. / Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. научн. тр. ИСМ НАН Украины. 2005. С. 18-22.
6. Вывинский П.П., Шепель А.И. Исследование теплового режима на забое при бурении колонковых скважин / Днепр. горн. ин-т. Деп. в УкрНИИИТИ. 13.08.84, № 1456. Киев, 1984. 20 с.

REFERENCES

1. Gorshkov, L.K. and Gorelikov, V.G. (1992), *Temperaturnye rezhimy almaznogo bureniya* [Temperature regimes of diamond drilling], Nedra, Moscow, Russia.
2. Loladze, T.N. and Bokuchava, G.V. (1967), *Iznos almazov i almaznyh krugov* [Wear of diamonds and diamond wheels], Mashinostroenie, Moscow, USSR.
3. Kudryashov, B.B. and Onoshko, Yu.A. (1964), "Heating and cooling the diamond core bit while drilling", *Metodika i tekhnika razvedki*, no. 46, pp. 49-61.
4. Dzhonson, K. (1989), *Mekhanika kontaktnogo vzaimodejstviya* [Contact mechanics], Mir, Moscow, USSR.
5. Kozhevnikov, A.A., Vahalin, Yu.N., Vyrvinskij, P.P., Martynenko, I.I. and Dreus, A.Yu. (2005), "About thermoelastic distortion of the bottom hole surface profile during diamond drilling", *Porodorazrushayushchij i metalloobrabatyvayushchij instrument – tekhnika i tekhnologiya ego izgotovleniya i primeneniya*, pp. 18-22.

6. Vyrvinskij, P.P. and Shepel, A.I. (1984), "Investigation of the thermal regime at the bottomhole when drilling core wells", *Dep. v UkrNIINTI*, 13 08.84, no. 1456, Kiev, USSR.

Про авторів

Васильєв Дмитро Леонідович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна

Лівак Оксана Вікторівна, магістр, асистент кафедри матеріалознавства, Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро, Україна, roxiki@i.ua

Кравець Василь Іванович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра матеріалознавства, Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро, Україна

Ганкевич Валентин Феодосійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра гірничих машин, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, gankevich@i.ua

About the authors

Vasyliiev Dmytro Leonidovych, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Science of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Livak Oksana Viktorivna, Master of Science, Assistant of the Department of Material Science, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine, roxiki@i.ua

Kravets Vasyil Ivanovych, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor in the Department of Material Science, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Gankevych Valentyn Feodosiiovych, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor in the Department of Mining Machines, National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine, gankevich@i.ua

Аннотация. Если рассматривать взаимодействующую пару: матрицу алмазной коронки, армированную выступающими алмазами и горную породу, как некую систему, то в процессе трения матрицы о забой внешняя механическая энергия преобразуется в энергию потоков тепла и вещества. Основная концентрация потоков происходит в местах, где алмазы выступают над матрицей и воспринимают на себя дополнительную нагрузку. Трущаяся система пытается сгладиться, концентрируя на алмазах давление и температуру. Алмазы, в силу своей более высокой твёрдости, чем разрушаемая среда, вдавливаются в породу и разрушают её. Поскольку процесс резания горных пород является прерывистым, то концентрация энергии на алмазах происходит периодически, в виде «вспышек». Каждая такая «вспышка» сопровождается кратковременным повышением температуры в зоне контакта (температурной флуктуацией) и отколом микрочастицы породы.

В работе, с позиций термоупругой неустойчивости рассмотрен вопрос температурных микровспышек в единичных алмазах при взаимодействии шероховатых поверхностей матрицы алмазной коронки и забоя скважины, с целью учёта этого фактора в механизме износа алмазов буровой коронки. Произведена оценка величины температурных флуктуаций на поверхности режущих алмазов и определен размер зоны вспышек.

Показано, что при бурении гранита алмазной коронкой на поверхности алмаза в зоне размером $5,8 \cdot 10^{-5}$ м наблюдаются температурные вспышки величиной $400 \text{ }^\circ\text{C} < T < 3650 \text{ }^\circ\text{C}$, следовательно, наличие таких «микровспышек» на поверхности алмаза в очень малой области в процессе взаимодействия с породой может приводить к графитизации алмаза в этом месте и отрыве от поверхности зерна. Такой механизм должен играть определенную роль в износе и разрушении участков поверхности алмазов в процессе бурения.

Величина температурных флуктуаций зависит от физико-механических свойств контактирующей пары: алмаз – горная порода, режимных параметров работы инструмента и характера размещения алмазов в матрице коронки.

В связи с этим исследование оценки температурных флуктуаций в зёрнах алмаза при бурении алмазными коронками может оказаться практически интересным.

Ключевые слова: горная порода, термические напряжения, интенсивное охлаждение, система макро- и микротрещин

Abstract. If we consider the interacting pair: the matrix of a diamond crown, reinforced with protruding diamonds and rock, as a kind of system, then in the process of friction of the matrix against the bottom hole, external mechanical energy is converted into the energy of the heat and matter flows. The main concentration of the flows occurs in places where diamonds protrude above the matrix and take on an additional load. The rubbing system tries to smoothing itself by concentrating pressure and temperature on the diamonds. Diamonds, due to their higher hardness than the destructible medium, are pressed into the rock and destroy it. Since the process of cutting rocks is intermittent, the concentration of energy on diamonds occurs periodically, in the form of "flashes". Each such "flash" is accompanied by a short-term increase in temperature in the contact zone (temperature fluctuation) and the spalling of a microparticle of the rock.

In this work, from the standpoint of thermoelastic instability, the issue of temperature microflashes in single diamonds during the interaction of rough surfaces of the matrix of the diamond crown and the bottom of the borehole is considered, in order to take this factor into account in the mechanism of wear of the diamond of the drill bit. The value of temperature fluctuations on the surface of cutting diamonds was estimated and the size of the flash zone was determined.

It is shown that temperature flashes of $400\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 3650\text{ }^{\circ}\text{C}$ are observed when drilling granite with a diamond crown on the diamond surface in an area of $5.8 \cdot 10^{-5}\text{ m}$, therefore, the presence of such "microflashes" on the diamond surface in a very small area in the process of interaction with the rock can lead to graphitization of the diamond in this place and separation from the surface of the grain. Such a mechanism should play a certain role in the wear and destruction of diamond surface areas during drilling.

The magnitude of temperature fluctuations depends on the physical and mechanical properties of the contacting pair: diamond – rock, operating parameters of the tool and the nature of the placement of diamonds in the crown matrix.

In this regard, the study of the assessment of temperature fluctuations in diamond grains when drilling with diamond bits may be of practical interest.

Keywords: rock, thermal stresses, intensive cooling, macro- and microcrack system

Стаття надійшла до редакції 16.02.2021