

меньше, чем на сжатие, именно эти напряжения, суммируясь с напряжениями от крутящего момента приводят к разрушению породы. В результате, следует констатировать, что воздействие алмазного зерна реализует одновременно множество механизмов разрушения: микрорезание, резание, скалывание элементарных частиц, раздавливание, слияние и даже нежелательное шлифование в зависимости от геологотехнических условий. Реализация каждого из указанных механизмов разрушения во взаимодействии с породой определяет как размеры и качество шлама, так и условия его выноса из-под торца коронки. Последнее является весьма важным моментом процесса бурения алмазной коронкой, так как износ матрицы и обнажение алмазов происходит при соприкосновении ее с породой и шламом. В случае накопления шлама и роста его толщины под торцом коронки наступает момент, когда резцы перестают контактировать с породой забоя, и процесс разрушения последнего и удаления шлама прекращается. В этом случае повышенный износ матрицы приводит зачастую к повышению износа алмазов из-за их перегрева.

#### **Выводы**

Механизм разрушения – не однозначный процесс, зависящий как от конструкции алмазной буровой коронки, так и в значительной мере от физико-механических свойств разрушаемой породы.

#### **Литература**

1. Гразов М.Г. «Алмаз сберегающая, технология бурения» Разведка и охрана недр 1983, №4
2. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологических условиях / Н.В. Соловьев, В.Ф. Чихоткин, Р.К. Богданов, А.П. Загора. – М.: ОАО «ВНИМОЭНГ», 1997.
3. Чихоткин В.Ф. Исследование техники и технологии бурения геологоразведочных скважин и разработка нового поколения алмазного породоразрушающего инструмента М.: ОАО «ВНИМОЭНГ», 1997.

*Поступила 09.07.14*

УДК 622.24

**А. А. Кожевников**, д-р техн. наук<sup>1</sup>; **А. Ю. Дреус**, канд. техн. наук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственный ВУЗ «*Национальный горный университет*», г. Днепропетровск, Украина

<sup>2</sup> *Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара*, Украина

### **ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ БУРОВЫХ АЛМАЗОВ**

*В статье представлены результаты математического моделирования температурных полей в алмазных инструментах. Осуществляется оценка времени нагрева алмазов и градиента температуры. Этот результат является основой для анализа теплового стресса в инструменте.*

**Ключевые слова:** *температурное поле, алмаз, тепловой стресс, инструмент.*

#### **Введение**

Износостойкость алмазных буровых коронок напрямую зависит от температурного режима на забое скважины при бурении [1]. Действие температурного фактора проявляется в виде различных деформаций буровых алмазов: зашлифованных режущих граней, растрескиваний из-за температурных напряжений, снижения твердости и абразивности зерен. По данным различных

исследований [2–5], критическая температура, при которой начинается интенсивный термический износ породоразрушающих элементов (алмазов) и резко возрастает энергоемкость процесса, зависит от условий бурения и находится в пределах 500–750 °С.

Таким образом, поиск путей совершенствования алмазного бурового инструмента, разработка методик определения эффективных режимов его работы обуславливают необходимость анализа температурных полей в буровых алмазах. Результаты таких исследований, служат основой для комплекса работ по совершенствованию алмазного бурового инструмента: подбора рациональной формы алмазных зерен, изменения схемы армирования коронок алмазами, выбор оптимальных режимов отработки коронок, создания методики и технических средств для контроля износа алмазных коронок и др.

В работах [3–8] представлены результаты некоторых теоретических и экспериментальных исследований температурных режимов резцов породоразрушающего инструмента. Результаты этих работ свидетельствуют о влиянии формы и размеров алмазов на скорость их нагрева и распределение температурных напряжений. Следует отметить, что в силу технических сложностей в организации измерений температуры единичного алмаза, одним из эффективных методов исследования температурного состояния является вычислительный эксперимент на основе математического моделирования. Такой подход, в частности, использован в работах [3; 4; 7; 8], где рассмотрены отдельные задачи, связанные с определением температурного поля инструмента при разрушении горной породы. В тоже время, возможности численного анализа для исследования теплофизических процессов на сегодняшний день использованы недостаточно. В настоящей работе выполнено моделирование температурных полей в единичном алмазном резце с использованием метода конечных элементов.

#### Постановка задачи

При моделировании процесса нагрева единичного алмаза, расположенного в матрице коронки будем использовать общепринятую схему [9], представленную на рис 1.

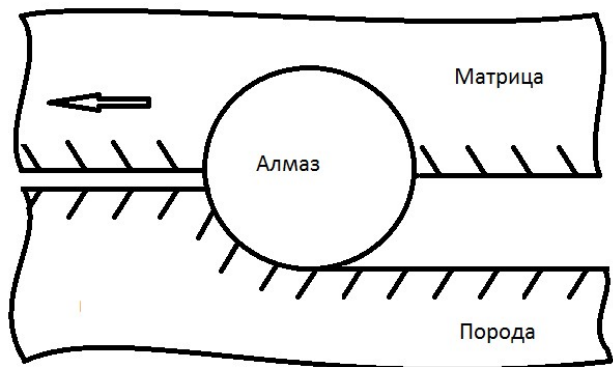


Рис.1. Схема для расчета нагрева единичного бурового алмаза

Будем рассматривать алмаз правильной сферической формы, сделаем несколько допущений, не искажающих существенно физическую постановку задачи. Теплофизические свойства алмаза, матрицы и коронки будем считать постоянными, эффектами, связанными с вращательным движением, будем пренебрегать в виду малости рассматриваемых времен, предполагается, что после скола породы, алмазное зерно некоторое время не работает, за которое успевает остыть до начальных значений температуры.

Предполагается, что начальные температуры породы и алмаза однородные. На линии контакта «алмаз-порода» генерируется теплота трения, а с противоположной стороны происходит охлаждение за счет конвективного теплообмена с окружающей средой.

#### Результаты исследования и их анализ

Для решения задачи был использован численный метод на основе метода конечных элементов. Рассмотрен процесс нагрева сферического алмазного зерна диаметром 1,2 мм, начальная температура алмаза, матрицы и коронки 20 °С, режимные параметры и теплофизические характеристики взяты в соответствии с [10], процесс передачи тепла осуществляется теплопроводностью.

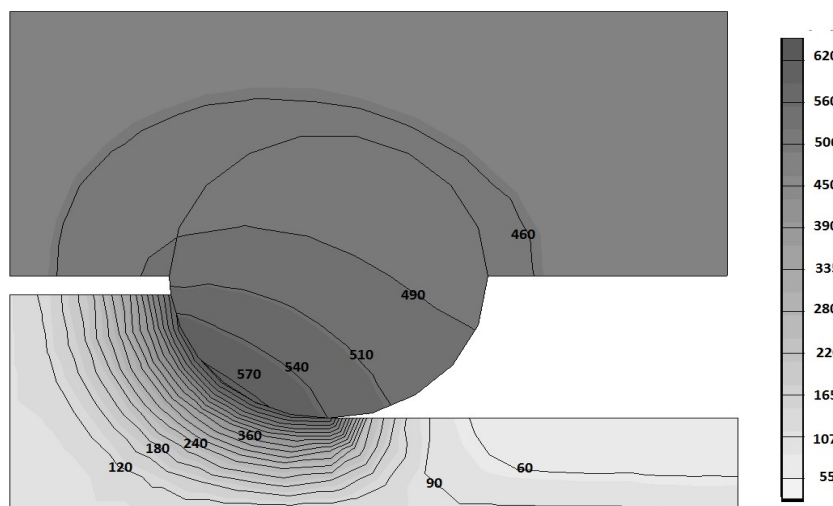


Рис2. Температурное поле бурового алмаза и породы через 0,17 с после контакта

На рис.2 представлено температурное поле в алмазе, породе и матрице коронки, которое сформировалось через 0,17 с после начала контакта алмаза с породой. За этот период контактная температура достигает критических значений. Перепад температур по зерну алмаза составляет

более 10 градусов, что является причиной возникновения термических напряжений. В горной породе наиболее высокие температуры локализованы в зоне прилегающей линии контакта, тогда как в алмаз и матрица, за счет высоких коэффициентов теплопроводности, прогреваются более интенсивно. Динамика нагрева центра зерна представлена на рис. 3.

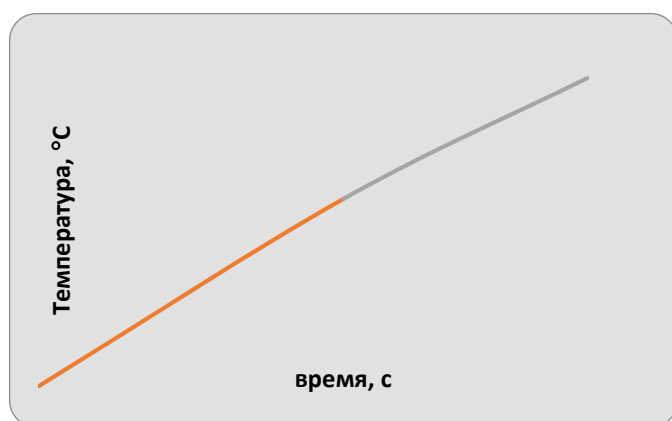


Рис3. Динамика прогрева в центре алмазного зерна

Как видно из рис.3, что при принятых начальных и граничных условиях время нагрева алмаза до критических температур составляет не более 0,17–0,18 с.

### Выводы

Предложенная методика численного анализа может быть использована для исследования температурного состояния буровых алмазов различной конфигурации и горной породы для различных условий охлаждения. Результаты численного моделирования теплового состояния являются основой для исследования температурных напряжений определения условий ресурсосберегающих режимов.

*У статті представлені результати математичного моделювання температурних полів в алмазних інструментах. Здійснюється оцінка часу нагріву алмазів і градієнта температури. Цей результат є основою для аналізу теплового стресу в інструменті.*

**Ключові слова:** температурне поле, алмаз, тепловий стрес, інструмент.

*In article the results of the mathematical modeling of temperature fields in the diamond drug are presented. The estimation of heating time of the diamonds and temperature gradient are carried out. This result is foundation for analysis of the thermal stress in tool.*

**Key words:** temperature field, diamond, thermal stress, tool.

### Литература

1. Теплового фактор при бурении скважин / А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.Ю. Дреус, И.И. Мартыненко. – К.: УкрГГРИ, 2008. – 166 с.
2. Ortega, A. Glowka D. A. Frictional heating and convective cooling of polycrystalline diamond drag tools during rock cutting // Society of petroleum Engineering Journal, – V24. – №2. – 1984. – P. 121–128.
3. Appl, F.C., C. Carl Wilson and Induvadana Lakshman. Measurement rock cutting of forces, temperatures and wear of PDC cutters in rock cutting / F.C.Appl, C. C. Wilson, I. Lakshman // Wear, – № 169, – 1993.–P. 9–24.
4. Горшков Л.К., В.Г. Гореликов Температурные режимы алмазного бурения. – М.: Недра, – 1992. – 173 с.
5. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / А. А. Бугаев, В. Н. Лившиц, В. В. Иванов и др. – К.: Наук. думка, – 1978. – 232 с.
6. Горшков, Л.К. Температурные напряжения в буровых алмазах // Изв. Вузов. Горный журнал, 1984. – № 11. – С. 49–53.
7. Вибір теплових режимів роботи твердосплавних елементів бурових коронок в умовах обмеженого охолодження на основі комп'ютерного моделювання / В.А. Дутка, В.М. Колодніцький, В.А., Лукаш В.А. и др. // Сб. науч. трудов ИСМ НАН Украины «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения». – Вып.7. – 2004. – С. 25–29.
8. Demeng, C. P. Issues in Polycrystalline Diamond Compact Cutter–Rock Interaction From a Metal Machining Point of View / C.P. Demeng, H. P. Guo, K. Ehmam [Текст] — Part I: Temperature, Stresses, and Forces // Journal of Manufacturing Science and Engineering – 2012, –Vol. 134. – P. 1–10.
9. Мендебаев Т.Н., Смашов Н.Ж., Конарбаев М.А. Теоретические исследования теплового поля матрицы алмазной буровой коронки // Вестник Национальной инженерной академии республики Казахстан. – № 1(31). – 2009. – С. 53–59.
10. Моделирование нагрева алмазной коронки при бурении скважины. А.А Кожевников, А.Ю.Дреус, И.И. Мартыненко, Ю.А. Бакаржиев // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: гірничо-геологічна. – Вып.105. – 2006. – С. 46–51.

УДК 622.24.05: 621.921.34-419

**М. В. Супрун; А. П. Закора, Р. К. Богданов**, кандидаты технических наук

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

### **ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ РАССТАНОВКИ ВСТАВОК ГИБРИДАЙТА В ИМПРЕГНИРОВАННЫХ КОРОНКАХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БУРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД**

*Приведены результаты исследования влияния схемы оснащения рабочего торца вставками гибридаита на эффективность бурения твердых горных пород импрегнированными коронками. Установлено, что оснащение калибрующей части импрегнированной коронки вставками гибридаита способствует устранению ее аномального износа, а также приводит к повышению эффективности и механической скорости бурения крепких горных пород.*

**Ключевые слова:** *вставки гибридаита, CVD-алмаз, импрегнированные коронки, износостойкость, механическая скорость бурения.*