

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Шарин Петр Петрович*

канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник

*Васильева Мария Ильинична*

канд. техн. наук, старший научный сотрудник

*Винокуров Геннадий Георгиевич*

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник

Сибирское отделение РАН

ФГБУН «Институт физико-технических проблем

Севера им. В.П. Ларионова»

г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

### НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АЛМАЗНОГО СВЕРЛА

#### С МАТРИЦЕЙ WC-CO-CU

*Аннотация:* в статье рассмотрено изменение структуры и рельефа рабочей поверхности бытового алмазного сверла с матрицей на основе системы WC-Co-Cu. Установлено, что алмазные частицы не теряют режущей способности в процессе сверления вследствие прочного удержания их в твердосплавной матрице с медной пропиткой.

*Ключевые слова:* алмазное сверло, медная пропитка, изнашивание, поверхность трения, микротвердость, износ.

*Введение.* В настоящее время при обработке твердых, хрупких строительных материалов для сверления отверстий широко используется алмазное сверло. При этом основную нагрузку принимает алмазное сырье, как наиболее твердая составляющая, поэтому работоспособность и износостойкость инструмента в основном определяется содержанием алмазных частиц на его рабочей поверхности. Расположение алмазных зерен на режущей поверхности алмазного сверла является хаотичным, и в процессе сверления происходит множество случайных

контактов алмазных зерен с обрабатываемым материалом. При этом на поверхности можно наблюдать вырывы целых алмазных зерен, их транскристаллитное разрушение, когда часть зерна остается в матрице, создавая новые режущие грани, а также сглаживание вершин алмазных зерен [1, с. 28–32].

Целью работы является установление процессов изнашивания поверхности опытного алмазного сверла на металлокерамической матрице системы WC-Co-Cu в натуральных условиях эксплуатации инструмента.

*Материалы и методика экспериментальных исследований.* В работе проведено исследование поверхности трения опытного алмазного сверла с металлокерамической матрицей (порошок матрицы ВК6 и алмазный порошок марки А7К10 зернистостью 400/315 весом 0,42 карата) в зависимости от времени работы при эксплуатации в натуральных условиях. Процесс изготовления алмазного сверла показано в работе [2, с. 237–241].

Износостойкость опытного алмазного сверла оценивалась натурными испытаниями при сверлении твердых материалов – гранита и карбида кремния. Металлографические исследования макроструктуры и поверхности трения алмазосодержащих порошковых материалов проводились на микроскопах «Neophot-32», «Stemi 2000-C» и «Axio Observer».

Проведены измерения микротвердости материала матрицы на приборе ПМТ-3 при нагрузке на индентор 2Н.

*Обсуждение результатов.* В алмазосодержащем материале матрица должна быть достаточно прочной и твердой, чтобы обеспечить сопротивление абразивному износу, и удерживать алмазное зерно от преждевременного взрыва. В процессе сверления происходит упругая деформация выступающих алмазных зерен; также следует учитывать, что твердость обрабатываемого материала может превысить твердость связующего, будучи ниже твердости алмазной составляющей. Процесс деформирования и разрушения обрабатываемого материала алмазным сверлом начинается со скалывания режущими гранями алмазных частиц.

Как показали исследования структуры, алмазные частицы опытного сверла плотно обволакиваются матрицей; медная пропитка не имеет существенных неоднородностей, что указывает на достаточно плотное прессование и равномерное ее распределение.

Изменение рельефа поверхности в процессе сверления зафиксировано с интервалами 10 секунд; начало наблюдения составляет 10 с, конечное – 350 с. В начальном состоянии поверхность шероховатая, далее в результате упругой деформации всей поверхности сверла появляются борозды по направлению пути трения. При 90 с работы происходит активное обнажение режущих граней. Далее, наблюдается процесс самозатачивания рабочей поверхности с обновлением слоя алмазных зерен на поверхности трения. Несмотря на хаотическое расположение алмазных зерен на поверхности, при сверлении происходит равномерное изнашивание поверхности трения опытного сверла.

В процессе сверления опытного алмазного сверла выявлено, что, несмотря на существование различных форм алмазных зерен на поверхности, подтверждается эффект самозатачивания. Когда изнашивание протекает с разрушением алмазных зерен, происходит непрерывное обновление рабочей поверхности, т.е. самозатачивание. Как известно, свойством самозатачивания обладают мягкие и среднемягкие материалы матрицы, работающие при интенсивном изнашивании инструмента. Таким образом, выявлено, что в процессе изнашивания состав материала матрицы истирается постепенно, в результате обнажаются новые частицы алмаза. При наблюдении изменения рельефа рабочей поверхности сверла выявлено формирование выступающей площадки матрицы непосредственно за алмазной частицей, условно названной «шлейфом».

Измерение микротвердости матрицы опытного алмазного сверла среднее значение составляет 3228 МПа: распределение микротвердости практически не имеет больших разбросов, что указывает на более равномерный процесс медной пропитки.

Массовый износ алмазного сверла в зависимости от времени работы, показывает, что до ~40 с. происходит процесс приработки алмазосодержащего материала, далее начинается установившийся износ. Незначительный участок приработки указывает на качественные эксплуатационные характеристики инструмента. Процесс катастрофического износа инструмента не наблюдается, на рабочей поверхности происходит обновление алмазных частиц в результате процесса самозатачивания.

*Заключение.* Проведено исследование процесса формирования структуры и рельефа поверхности трения матрицы опытного алмазного сверла. Материал матрицы на основе системы WC-Co-Cu прочно удерживает зерно алмаза, повторяя рельеф его поверхности, благодаря равномерному распределению медной фазы вокруг зёрен карбида вольфрама. Выявлено, что микротвердость матрицы алмазного сверла имеет незначительный разброс значений вследствие формирования равномерной однородной структуры матрицы при спекании. Натурными испытаниями на износ выявлен незначительный участок приработки алмазного инструмента, что указывает на его качественные эксплуатационные характеристики.

### *Список литературы*

1. Ларионов В.П. Разработка научных основ технологии получения алмазо-металлических композитов взрывным прессованием / В.П. Ларионов [и др.] // Химическая технология. – 2002. – №1. – С. 28–32.
2. Шарин П.П. Разработка технологических процессов изготовления алмазного сверла на металлокерамической матрице / П.П. Шарин [и др.] // Труды VI евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата EURASTRENCOLD (24–29 июня 2013 г.) – Т. 2. – Якутск: Ахсаан, 2013. – С. 237–241.