

Выбор алмазного порошка для вибро-абразивной обработки режущих пластин из композитов на основе кубического нитрида бора

Приведены результаты экспериментальных исследований возможности вибро-абразивной обработки образцов с ПСТМ на основе КНБ с использованием суспензий, имеющих в своем составе порошки алмаза в различной концентрации. Установлено, что наибольшей съема при вибро-абразивной обработке образцов с ПСТМ на основе КНБ обеспечивает использование суспензии, в состав которой входит порошок алмаза АСМ. Наибольшая величина съема (0,009 мг/мин) имеет место при обработке образцов типа пластин с использованием суспензии с порошком алмаза АСМ в концентрации 15 %. Для одновременной обработки образцов типа пластин и цилиндров целесообразно использование суспензий с порошками алмаза АСМ и АС6 в концентрации 10 %.

Ключевые слова: вибро-абразивная обработка; режущие пластины; алмазный порошок; кубический нитрид бора; интенсивность съема.

Введение. Обеспечение высокого качества обработанных изделий машиностроения, их работоспособности в эксплуатации связано с необходимостью формирования на рабочих участках режущих инструментов требуемых параметров шероховатости и состояния поверхностного слоя [2, 10]. Традиционно финишная обработки поверхностей инструментов выполняется методами алмазно-абразивной обработки – как связанным, так и свободным абразивом [5].

Перспективным методом финишной обработки является вибро-абразивная обработка [1], которая позволяет не только снизить шероховатость поверхностей инструментов, но и управлять величиной радиуса округления их режущих кромок.

До настоящего времени имеется опыт применения такой обработки при изготовлении режущих инструментов, оснащенных рабочей частью из твердых сплавов [4, 9].

Учитывая широкое распространение и высокую стоимость инструментов из поликристаллических сверхтвердых материалов (ПСТМ) на основе кубического нитрида бора (КНБ) [8, 3], представляет значительный научный и практический интерес совершенствование методов их изготовления. Вибро-абразивная обработка, как финишный метод, который в традиционных случаях применения характеризуется высокой производительностью и эффективен при необходимости обеспечения высокого качества обработанной поверхности, может оказаться в этом случае весьма эффективной. При этом нужно иметь в виду, что изделия из ПСТМ обладают высокой твердостью, являются труднообрабатываемыми и процесс их вибро-абразивной обработки характеризуется рядом существенных особенностей.

Цель настоящей статьи – оценить возможность использования в суспензиях для вибро-абразивной обработки образцов из ПСТМ порошков алмаза.

Методика исследований. Обрабатывались образцы ПСТМ на основе КНБ с формо-размерами размерами: квадратная пластина 12,7x12,7x3,0 мм (марка «Борсинит», твердость НК 38–40 ГПа) и цилиндр Ø 7,5x5,0 мм (марка «Композит 05ИТ», твердость НК 18–20 ГПа).

В качестве рабочей среды использовались суспензии с порошком монокорунда зернистостью по ФЕПА F100 (по ГОСТ 12 зерно – 150–125 микрон), порошком ультрадисперсного алмаза УДМ [7], микропорошком алмаза АСМ 20/14 и шлифпорошком алмаза АС6 100/80 в концентрации 5, 10 и 15 %.

Лабораторная вибрационная установка представлена на рисунке 1. Установка собрана на круглом каркасе, закрепленном на пяти пружинных опорах и выполненном из профильного материала, под центральной частью которого, был закреплен шестигранный рабочий контейнер, а под ним дисбалансный мотор-вибратор.

Время обработки образцов 10 минут, амплитуда вибрации – 5 мм, частота вибрации – 40 Гц.

Для вычисления съема материала образцы взвешивались до и после обработки.

Исследования проводились в два этапа: – на первом оценивалась величина съема при использовании в суспензиях различных порошков алмаза в концентрации 5 %; – на втором этапе в суспензию на основе монокорунда добавлялись порошки алмаза в концентрации 5, 10, 15 % и оценивалось величина съема.

Экспериментальные результаты. Исследования показали, что наиболее производительной является вибро-абразивная обработка с использованием суспензии, содержащей порошок алмаза АСМ 20/14 (рис. 2). Это объясняется способностью частиц алмаза АСМ поддерживать свою режущую способность за счет постоянного микроскалывания контактных участков в результате вибрационного и ударного нагружения в зоне обработки [6].



Рис. 1. Общій вид вибраціонної установки

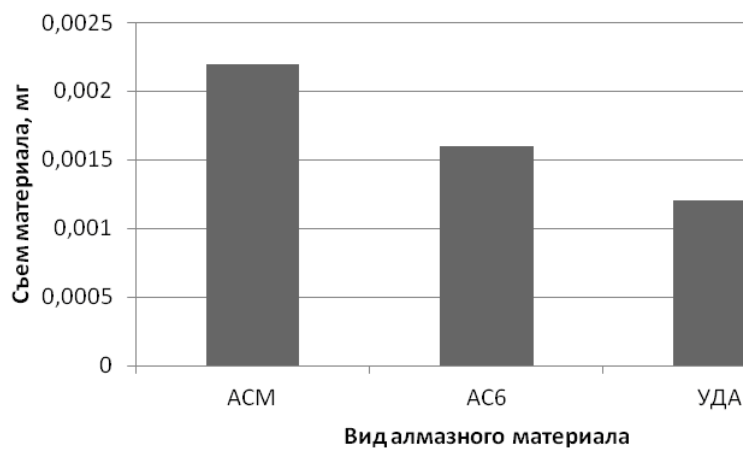


Рис. 2. Влияние марки порошка алмаза на величину съема при обработке образца ПСТМ марки «Борсинит»

Использование при вибро-абразивной обработке суспензий с монокорундом и порошками алмаза в различной концентрации существенно влияет на величину съема с образцов ПСТМ (рис. 3).

Как видно из рисунка применение в суспензии кроме порошков алмаза монокорунда существенно повышает величину съема. Нужно отметить, что при обработке образцов в виде пластин, величина съема существенно выше, что, вероятно, определяется его площадью. Особенно это имеет значение при использовании в суспензии порошка алмаза АСМ (рис. 3, а).

Для одновременной обработки обоих типов образцов наилучший результат имеет место при концентрации порошка алмаза 10 %. Это относится ко всем исследованным маркам алмаза.

Из сравнения результатов, приведенных на рис. 3, а, б, видно, съем материала при вибро-абразивной обработке пластин из ПСТМ с использованием суспензии с порошком алмаза АСМ выше, чем алмаза АС6. Этот результат обусловлен различием механических свойств частиц алмаза АСМ и АС 6 [6].

Величина съема материала при концентрации порошка алмаза АСМ 15 % свидетельствует о расхожей истине – «чем больше, тем лучше», т.е. большее содержание в суспензии порошка алмаза обуславливает интенсификацию съема с образца ПСТМ.

При использовании суспензии с порошком алмаза УДА в концентрации 5 % наиболее эффективно обрабатываются цилиндрические образцы ПСТМ. В этом случае наибольший вклад в величину съема вносит порошок монокорунда, однако по абсолютной величине съем уступает случаям применения суспензий с порошками алмаза АСМ и АС6.

При вибро-абразивной обработке двух видов образцов ПСТМ с использованием суспензий с порошком алмаза АС6 в концентрациях 10 % и 15 % величина съема материала примерно одинакова (рис. 3, б). Аналогичная картина, но с меньшей абсолютной величиной съема, наблюдается и при использовании суспензии с порошком алмаза УДА. В этих случаях, ориентируясь на экономический фактор, предпочтительнее применить суспензии с концентрацией порошка алмаза 10 %.

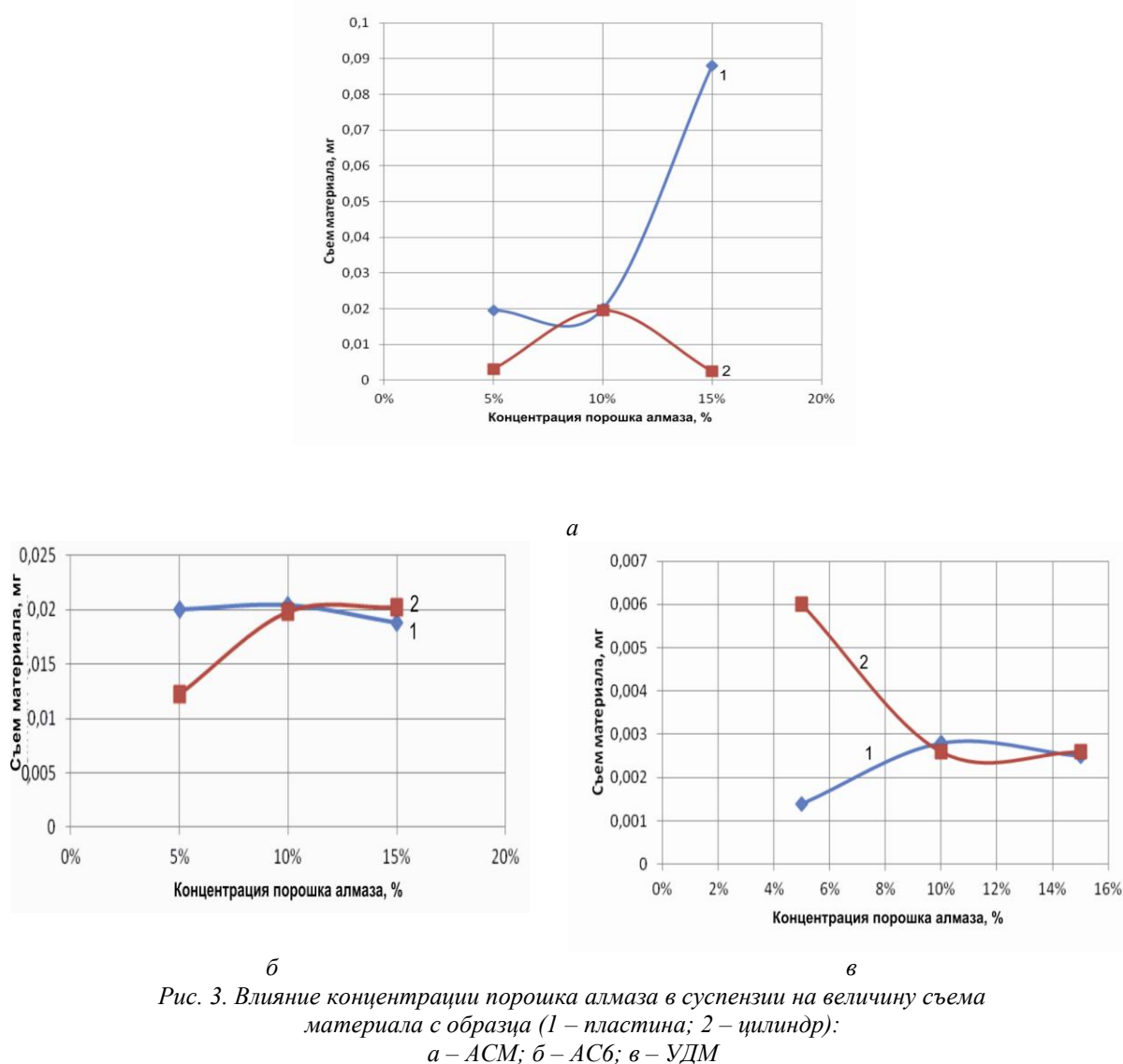


Рис. 3. Влияние концентрации порошка алмаза в суспензии на величину съема материала с образца (1 – пластина; 2 – цилиндр):
а – АСМ; б – АС6; в – УДМ

Выводы:

1. Установлено, что наибольший съём при вибро-абразивной обработке образцов из ПСТМ на основе КНБ обеспечивается при использовании суспензии, содержащей порошок алмаза АСМ.
2. Интенсификация съема при вибро-абразивной обработке образцов из ПСТМ на основе КНБ имеет место при использовании суспензии на основе монокорунда с добавкой порошка алмаза.
3. Наибольшая величина съема (0,009 мг/мин) обеспечивается при обработке образцов типа пластин с использованием суспензии с порошком алмаза АСМ в концентрации 15 %.
4. Для одновременной обработки образцов типа пластин и цилиндров целесообразно использовать суспензии с порошками алмаза АСМ и АС6 в концентрации 10 %.

Список использованной литературы:

1. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей / А.П. Бабичев. – М. : Машиностроение, 1974. – 136 с.
2. Технологические основы управления качеством машин / А.С. Васильев, А.М. Дальский, С.А. Клименко и др. – М. : Машиностроение, 2003. – 256 с.
3. Инструменты из сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – М. : Машиностроение, 2014. – 608 с.
4. Круглов Е.И. Номограмма для определения режимов вибрационной обработки твердосплавных пластин, с учетом шероховатости режущих кромок / Е.И. Круглов, О.И. Дарымов // Технология машиностроения : сб. тр. – Тула : ТПИ, 1977. – С. 73–76.
5. Лавриненко В.И. Инструменты из сверхтвердых материалов в технологиях абразивной и физико-технической обработки / В.И. Лавриненко, В.Ю. Солод. – Каменское : ДГТУ, 2017. – 529 с.

6. Лавріненко В.І. Надтверді абразивні матеріали в механообробці : енцикл. довідник / В.І. Лавріненко, М.В. Новіков. – К. : ІНМ НАН України, 2013. – 456 с.
7. Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / под ред. П.А. Витязя. – Мн. : Беларус. наука, 2013. – 381 с.
8. Сверхтвердые материалы. Получение и применение : в 6-ти т. / под общ. ред. Н.В. Новикова. Т. 5 : Обработка материалов лезвийным инструментом / под ред. С.А. Клименко. – К. : ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ «АЛКОН» НАН Украины, 2006. – 316 с.
9. Твердосплавные инструменты в процессах механической обработки / под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – К. : ИСМ НАН Украины, 2015. – 368 с.
10. Технологические и эксплуатационные методы обеспечения качества машин / под общ. ред. П.А. Витязя. – Мн. : Беларус. наука, 2010. – 110 с.

References:

1. Babichev, A.P. (1974), *Vibratsionnaja obrabotka detaley*, Mashinostroenie Publ., Moscow, 136 p.
2. Vasil'ev, A.S., Dalsky, A.M. and Klimenko, S.A. (2003), *Tehnologicheskie osnovy upravlenija kachestvom mashin*, Mashinostroenie Publ., Moscow, 256 p.
3. Novikov, N.V. and Klimenko, S.A. (2014), *Instrumenty is sverhtverdyh materialov*, Mashinostroenie Publ., Moscow, 608 p.
4. Kruglov, E.I. and Darymov, O.I. (1978), «Nomogramma dlja opredelenija rezhimov vibratsionnoj obrabotki tverdospлавnyh plastin, s yhetom sherohovatosti rezhustih kromok», *Tehnologii mashinostroenija*, TPI Publ, Tula, pp. 73–76.
5. Lavrinenko, V.I. and Solod, V.Yu. (2016), *Instrumenty is sverhtverdyh materialov v tehnologijah abrasivnoy i fiziki-tehnicheskoy obrabotki*, DGТУ Publ., Kamenskoe, 529 p.
6. Lavrinenko, V.I. and Novikov, N.V. (2013), *Nadtverdi abrasivni materialy v mehanooobrobtsi*, ISM NAN Ukraine Publ., Kyiv, 456 p.
7. Vitjaz, P.A. (2013), *Nanoalmazы detonatsionnogo sinteza: policgenie i primenenie*, Belarusskaja navuka Publ., Minsk, 381 p.
8. Novikov, N.V. (ed) (2006), *Sverhtverdye materialy. Poluchenie i primenenie*, in 6 vol., Vol. 5, in Klimenko, S.A. (ed), «Obrabotka materialov lezviynym instrumentom», ISM NAN Ukraine Publ., IPTS ALKON NAN Ukraine Publ., Kiev, 316 p.
9. *Tverdospлавnye instrument v protsessah mehanicheskoy obrabotki* (2015), in Novikov, N.V. and Klimenko, S.A. (ed.), ISM NAN Ukraine Publ., Kiev, 368 p.
10. Vitjaz, P.A. (ed.) (2010), *Tehnologicheskie I ekspluatatsionnye metody obespechenija kachestva mashin*, Belarusskaja navuka Publ., Minsk, 110 p.

Бурлаков Виктор Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры теории металлургических процессов и литейного производства Приазовского государственного технического университета.

Научные интересы:

- обработка материалов резанием.

Статья поступила в редакцию 06.10.17.