

3. Овчаренко В.Е., Иванов Ю.Ф. Влияние электронно-импульсного облучения на микроструктуру поверхностного слоя металлокерамического сплава // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2008. – № 7(637). – С. 48–52.
4. Electron-beam treatment of Tungsten-free TiC/NiCr. Cermet II: Structural Transformation in the Subsurface Layer / Yu Baohai, V. E. Ovcharenko, S. G. Psakhie, O. V Lapshin // *Journ. Mater. Sci. & Technol.*– 2006. – V. 22. – N 4. – P. 511–513.
5. Овчаренко В.Е., Моховиков А.А., Ласуков А.А. Влияние электронно-пучкового облучения на стойкость металлокерамических пластин при резании металла // *Обработка металлов.* – 2008. – № 2(39).– С. 23–24.
6. Кацев П.Г. Статистические методы исследования режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1968. – 156 с.

Поступила 06.06.11

УДК 621.891

Е. Ю. Шиц, канд. техн. наук

Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, РФ

ШЛИФОВАЛЬНЫЙ АЛМАЗНЫЙ ИНСТРУМЕНТ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ФТОРИРОВАННОГО И НЕФТОРИРОВАННОГО ПОЛИОЛЕФИНОВ

Доказана возможность использования фторсодержащего и нефторированного аморфно-кристаллических линейных полиолефинов с низкой поверхностной энергией в качестве полимерной матрицы для создания эффективных алмазных инструментов.

Ключевые слова: *политетрафторэтилен (ПТФЭ), сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), порошки природных алмазов (ППА), композиционный алмазосодержащий материал, структура композитов, самозатачивание, работоспособность.*

Применение современных материалов в авиационной, космической и других отраслях точного машиностроения, а также при создании сложных приборов, надежного технологического оборудования тесно связано с использованием высокопроизводительного и ресурсосберегающего обрабатывающего инструмента.

Выпуск инструментов на органической основе составляет около 60 % общего объема производимых абразивных изделий. Так, многолетний опыт их промышленной эксплуатации свидетельствует, что инструмент на основе полимеров обладает как шлифующей, так и полирующей способностью.

Однако несмотря на известные достоинства серийных композитов, содержащих традиционные и сверхтвердые искусственные абразивы, в силу дефектности граничного слоя полимера вблизи поверхности твердой фазы, характеризующейся незавершенностью химического сшивания макромолекул, приводит к снижению износостойкости материала и потере работоспособности инструмента. Кроме того предъявляемые к полимерматричным основам требования, такие как: высокие прочность, износо-, термо-, химическая стойкость, низкий и стабильный коэффициент трения, минимальная экологическая напряженность технологии производства, физиологическая безвредность и экономичность как при переработке, так и при эксплуатации лимитируют прогресс создания новых эффективных шлифовальных материалов.

Тем не менее, в области создания абразивных материалов практически не востребованными остаются аморфно-кристаллические линейные полиолефины с весьма ценным сочетанием свойств и уникальными антифрикционными и антиадгезионными характеристиками, что положительно с позиции технологических возможностей шлифования, однако отрицательно для формирования износостойкого и долговечного композита.

Таким образом, цель настоящей работы – создать и исследовать новые износостойкие композиционные алмазосодержащие полимерные материалы на основе полиолефинов и порошков природ-

ных технических алмазов для применения в абразивных инструментах, повышающих эффективность шлифования различных материалов.

В области создания инструментальных материалов принципиально новыми полимерами, промышленный выпуск которых хорошо освоен, являются политетрафторэтилен (ПТФЭ) и сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Уникальная совокупность свойств и характеристик, таких как: низкий коэффициент трения, широкий рабочий интервал температур эксплуатации, стойкость к большинству агрессивных сред, нетоксичность и экологичность при изготовлении и эксплуатации, высокие твердость, ударопрочность и износостойкость СВМПЭ, термостойкость, доказанная возможность в сотни раз повысить твердость, износостойкость, физическую модификации – ПТФЭ, позволяет считать эти полимеры перспективными в качестве основы материалов инструментального назначения [1, 2].

От условий получения и переработки алмазосодержащего композита напрямую зависит качество создаваемого инструмента. В процессе исследований отработали технические детали индивидуальных технологических процессов, тем самым впервые осуществили переработку алмазосодержащих композитов на основе полиолефинов (ПТФЭ и СВМПЭ), отличающихся отсутствием вязкотекучего состояния [3]. Таким образом, адаптированные процессы горячего прессования в ускоренном режиме, а также холодного с последующим свободным спеканием и разработанные специальные, для переработки термопластов, содержащих наполнитель с непревзойденной абразивной способностью, пресс-формы позволили изготовить качественный инструмент с точными (усадкой не более 4%) геометрическими параметрами, в различных видах: диски, кольца, таблетки, цилиндры, номенклатура, типы и размеры которых соответствуют, серийно выпускаемому [4].

Эксплуатационные характеристики абразивного инструмента определяются при прочих равных условиях структурой матрицы. Впервые установили, что твердый дисперсный кристаллический минеральный наполнитель вызывает изменения в аморфно-кристаллической полиолефиновой основе являющиеся следствием поверхностных эффектов и обычных адгезионных взаимодействий, реализуемых по границе раздела фаз [5, 6]. Таким образом, для полной реализации функционального назначения композитов с отсутствием между абразивом и полимером-основой связей химического типа требуется тщательное определение рациональной зернистости и концентрации наполнителя. Установили, что в зависимости от состава, технологических условий получения композитов полиолефины формируют различные структурные типы – от ленточной до сферолитной, а отсутствие между полиолефинами и порошками природных алмазов адгезионных связей химического типа и как следствие механический охват алмазных зерен полимером компенсируются равномерной с плотностью, близкой к аддитивной, структурой композита, формируемой температурно-силовыми параметрами процессов переработки [5, 6].

Также оценивали работоспособность природных шлифпорошков для инструмента на основе фторированного и нефторированного полиолефинов [7].

Чем более высокий ресурс работы абразивных зерен, тем более износостойкой должна быть основа. В результате исследований [6] установили, что введение алмазных частиц не приводит к образованию в ПТФЭ кинетически более выгодных прочных структур типа сферолитов, поэтому на основе анализа современных методов модификации для повышения износостойкости системы, содержащей полимерную основу и алмазный порошок, а также для повышения работоспособности инструмента выбрали два пути. Первый – использование ультрадисперсных наполнителей неорганической природы, которые, являясь искусственными зародышами структурообразования, в процессе кристаллизации ПТФЭ инициируют сферолитообразование; второй – применение модификатора органической природы для повышения прочности переходных слоев на границе раздела фаз полимер–наполнитель в сочетании с УДН, т. е. так называемого комплексного наполнителя (КН).

Установили, что при введении КН улучшаются не только прочностные характеристики алмазосодержащего композита, но и значительно улучшает триботехнические показатели материала (табл. 1). Таким образом, модифицированный алмазный инструмент обладает в 1,5–3 раза более высокой износостойкостью и более низким (в 1,2–1,3 раза) коэффициентом трения при лучшем качестве обрабатываемых поверхностей различной физической природы.

Показатели износа чистого СВМПЭ высоки сами по себе, кроме того, по сравнению с лучшим алмазосодержащим составом на основе ПТФЭ он имеет в 4 раза меньший износ по стали (табл. 1), поэтому модификация полимера, в целях дополнительного повышения триботехнических показателей не являла на этом этапе исследований целесообразной.

Таким образом, разработаны и доведены до практического использования композиционные алмазосодержащие материалы на основе ПТФЭ и СВМПЭ. Результаты исследований и разработанный инструмент внедрены на предприятиях Республики Саха (Якутия). Оригинальность разработок

подтверждена актами внедрения и патентами РФ [8, 9]. Разработки представлены на постоянно действующей выставке СО РАН (г. Новосибирск), в ГУП «Государственное хранилище ценностей Республики Саха (Якутия)», сведения о композиционных алмазосодержащих материалах для абразивного инструмента включены в электронный сборник разработок СО РАН: (<http://www.sbras.nsc.ru/dvlp/rus/index.htm>).

Таблица 1. Триботехнические свойства алмазосодержащих композиций на основе ПТФЭ и СВМПЭ

Состав	Износ при обработке стали, мг	Износ при обработке минерала, мг	Шероховатость обработанной поверхности стали, мкм	Шероховатость обработанной поверхности минерала, мкм	Коэф. трения (по стали)
ППА-ПТФЭ	14,0	5,0	0,42	0,5	0,42
ППА – ПТФЭ – Модификаторы (КН)	8,5	1,5	0,36	0,4	0,36
ППА – СВМПЭ	2,0	3,5	0,40	0,27	0,42

Из изложенного следует, что потенциальные возможности органических матриц при создании алмазоабразивных материалов не исчерпаны. Так, разработаны эффективные алмазосодержащие материалы инженерно-технического назначения на основе полиолефинов, для применения в промышленности при обработке различных материалов. Для спектра разработанных инструментов приемлемы следующие виды шлифования: круглого наружного и внутреннего, плоского периферией и торцом круга, бесцентрового, профильного, резьбо- и зубошлифования в целях удаления дефектного слоя после литья или штамповки при так называемой подготовке поверхности к окончательной обработке, а также шлифования-копирования со снятием тонких слоев обрабатываемого материала и получением деталей высокой точности.

Установлено, что инструмент обеспечивает шероховатость всех типов обрабатываемых материалов в диапазоне 0,3–0,7 мкм. Дефекты в виде шлифовочных прижогов и трещин на поверхностях обрабатываемых материалов, характерные для такого рода процессов, отсутствуют даже в условиях сухого непрерывного трения стали (5 мин), когда максимальная температура в зоне контакта у алмазосодержащего ПТФЭ составляет 90 °С, у СВМПЭ – 118°С. В целях исключения перегрева материалов и потери работоспособности целесообразно использовать инструменты на полиолефиновой основе совместно с СОЖ, так как безупречная химическая стойкость ПТФЭ и СВМПЭ, а также алмазного наполнителя не приводит к существенной потере долговечности испытываемых инструментальных материалов, а температура контакта с обрабатываемой деталью не превышает 28 °С для ПТФЭ, для СВМПЭ – 30 °С.

Удельный расход алмазов для разработанных инструментов составляет 20 – 24 мг/см³, производительность обработки – 0,01–0,025 см³/мин.

Результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний показали, что технический эффект от применения алмазного инструмента на полиолефиновой основе обеспечивается его износостойкостью и долговечностью, наличием развитого рабочего профиля и эксплуатационной стабильностью, совместимостью со смазочно-охлаждающими жидкостями (водные, щелочные и кислые среды), качеством и точными размерами, а также физиологической безвредностью в процессе работы инструмента.

Выводы

В целях создания новых шлифовальных инструментов для производительной, качественной и экономичной обработки физически различных материалов впервые материаловедчески доказана целесообразность применения полиолефиновых матриц в сочетании с техническими шлифпорошками природных алмазов. Также впервые показана существенная роль полиолефиновой основы в обеспечении износостойкости и работоспособности алмазного инструмента в режиме равномерного самозатачивания, которая состоит в том, что полимер за счет упруго-эластичного поведения в процессе шлифования удерживает алмазные зерна при контактных деформациях и способствует их локальным перемещениям из глубины алмазосодержащего слоя.

Доведена можливість використання фторвмісних і нефторізованих аморфно-кристалічних лінійних поліолефінів з низькою поверхневою енергією в якості полімерної матриці для створення ефективних алмазних інструментів.

Ключові слова: політетрафторетилен (ПТФЕ), надвисокомолекулярний поліетилен (СВМПЕ), порошки природних алмазів (ППА), композиційний матеріал алмазовмісних, структура композитів, самозаточування, працездатність.

Employment possibility of fluorated and nofluoreted amorphous –crystalline liner polyolefins with low surface energy as polymer matrix for efficient dimond instruments developments is proved.

Key words: polytetrafluorethylene (PTFE), ultra-high molecular polyethylene (UHMPE) powders of natural diamonds (PND), diamond-bearing composite material, structure of composites, self-sharpening, efficiency.

Литература

1. Адрианова О. А., Попов С. Н., Шиц Е. Ю. Перспективы создания абразивного инструмента на основе самосмазывающихся полимеров и алмазов различной дисперсности// Трение и износ.– 1998.– Т. 19. № 1.– С. 71–74.
2. Абразивный инструмент на основе полимеров и технических алмазных порошков природного происхождения для обработки камнецветного сырья / Е. Ю. Шиц, Е. С. Семенова, С. Г. Попова, Н. Н. Петрова // Значение промышленных минералов в мировой экономике: Месторождения, технология, экономическая оценка: Сб. докл.– М.: ГЕОС, 2006.– С. 124–127.
3. Шиц Е.Ю., Семенова Е.С., Корякина В.В. Технологические аспекты создания абразивного инструмента на алмазосодержащей полимерной основе// Химическая технология.– 2010.– №.11.– С. 677–683.
4. Алмазный инструмент// Отраслевой каталог.– М.: ВНИИТЭМЭР, 1989.– 143 с.
5. Исследование структурной организации композитов абразивного назначения на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и порошков природных алмазов (ППА) / Е. Ю. Шиц, Е. С. Семенова, В. В. Корякина, А. С. Сыромятникова // Пластические массы.– 2009.– № 9.– С. 30–33.
6. Okhlopkova A. A., Shitz E. Yu. Structure and properties of Teflon composites with natural diamond powders// Mechanics of Composite Mater. 2004.– Vol. 40. – N 2.– P. 145–150.
7. Шиц Е. Ю., Семенова Е. С., Охлопкова А. А. Исследование триботехнических и эксплуатационных характеристик алмазосодержащих материалов на основе СВМПЭ и ПТФЭ//Трение и износ.– 2008.– Т. 29.– № 1.– С. 64–68.
8. Пат. 2164522 РФ, МКИ С08J 5/14. Композиционный алмазосодержащий полимерный материал для абразивного инструмента/ Е. Ю. Шиц, А. А. Охлопкова, М. Д. Соколова, А. А. Васильев.–Заяв. 27.07.1999; Оpubл. 27.03.01; Бюл. № 9.
9. Пат. 2326136 РФ, МКИ С08J 5/14. Композиционный алмазосодержащий полимерный материал для абразивного инструмента/ Е. Ю. Шиц, А. А. Охлопкова, Е. С. Семенова и др.– Заяв. 23.03.2006; Оpubл. 10.06.2008, Бюл. № 16.

Поступила 20.06.11

УДК 621.9.048.3:621.921

О. Ф. Саленко, д-р техн. наук, **М. В. Костюнін**, **А. М. Федотсьєв**, канд. техн. наук

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського м. Кременчук, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ОДИНИЧНОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА ІЗ ПОВЕРХНЕЮ ОБРОБЛЮВАНОВОГО ТВЕРДОГО СПЛАВУ

Досліджено взаємодію одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву при обробці методом гідроабразивного різання шляхом проведення віртуального експерименту. Отримано математичну модель для визначення величини напруження у зоні взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву.

Ключові слова: гідроабразивне різання, абразивне зерно, твердий сплав.