

4. Лисовский А. Ф. Формирование структуры композиционных материалов при обработке металлическими расплавами. – К.: Наук. думка, 2008. – 198 с.
5. Чапорова И. Н., Чернявский К. С. Структура спеченных твердых сплавов. – М.: Металлургия, 1975. – 246 с.
6. Найдич Ю. В. Контактные явления в металлических расплавах. – К.: Наук. думка, 1972. – 196 с.
7. Влияние легирования на поверхностное натяжение металлов группы железа / В. И. Туманов, В. Ф. Функе, Л. И. Беленькая, Л. Г. Усольцева // Изв. АН СССР, ОТН “Металлургия и топливо”. – 1962. – № 6. – С. 43–48.

Поступила 18.03.2010

УДК 621.922

В. С. Гаврилова, И. Ю. Ростоцкий; В. Н. Ткач, канд. физ.-мат. наук;
А. Г. Довгань, Е. Ф. Кузьменко

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

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

The structure and thermal properties of the developed antifriction polymer composite based on heat-resistant polymers and fillers are described. Composite is used as a coating of titanium and its alloys details for their high durability by friction. The upper limit of the operational temperature range of composite is 250 °C

Введение

Антифрикционные износостойкие покрытия и самосмазывающиеся композиционные материалы широко применяют для обеспечения надежной работы пар трения, работающих в особо экстремальных условиях. Широкое применение таких материалов обусловлено прежде всего их специфическими особенностями: высокой смазочной способностью, химической стойкостью, способностью обеспечивать смазочное действие в широком интервале температур.

Разработанное в Институте сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины антифрикционное полимерное покрытие для многоциклового деформирующего протягивания деталей из титановых сплавов [1] обладает высокой твердостью (0,22–0,25 ГПа) и повышенными антифрикционными свойствами. Так, при применении этого покрытия удельная сила трения (сила трения, отнесенная к площади контакта инструмента с обрабатываемым изделием), которая является показателем антифрикционных свойств, уменьшается в 1,3 раза по сравнению с покрытием из дисульфида молибдена [2], что существенно снижает осевые силы протягивания при применении этого покрытия.

При формировании полимерного композита (ПК) выбор связующего, наполнителя и отвердителя был направлен прежде всего на достижение высокого уровня физико-механических свойств ПК за счет создания высокоэластичного состояния полимера [3]. Разработанный ПК имеет адгезионную прочность при сдвиге $\tau_b = 40,1$ МПа и отрыве $\sigma_{отр} = 53,5$ МПа, а также следующие предельные показатели при одноосном растяжении: разрушающее напряжение $\sigma_p = 82,8$ МПа, деформацию при разрыве $\epsilon_p = 3,7$ %, модуль упругости $E = 1,4$ ГПа.

Покрытие из разработанного ПК на втулках из титановых сплавов при технологических испытаниях методом многоциклового пластического деформирования выдержало контактные давления до 2,2 ГПа [4, 5]. При этом визуально не обнаружено дефектов на заборном конусе протягивающего инструмента, а также механической и термической деструкции

покрытия. Отсутствие указанной деструкции ПК подтверждено методами электронной микроскопии и инфракрасной спектроскопии.

Благодаря высоким антифрикционным свойствам полимерного покрытия в ходе многоциклового деформирующего протягивания пара трения титановый сплав ВТ1–0/ВТ–6/ВТ–22 с нанесенным покрытием – твердый сплав ВК15 не разогревалась, хотя достигнутое структурное состояние покрытия предполагает повышенную устойчивость ПК к действию высоких температур [6, 7]. В настоящей работе приводятся результаты исследования процесса деструкции разработанного ПК при высокой температуре.

Методика исследования

В качестве объектов исследования были взяты образцы ПК на основе модифицированной смолы ЭД-20 с различными активными добавками и наполнителем.

Структуру ПК исследовали в сканирующем электронном микроскопе в отраженных электронах.

Исследование термодеструкции проводили на приборе Дериватограф Q–1500 фирмы «Bruker» методом термогравиметрического анализа (ТГА) по изменению массы образца в условиях динамического нагревания от комнатной температуры до 1000 °С в воздушной среде.

Результаты и их обсуждение

Структура полимерного покрытия показана на рис. 1. Как видим, состояние поверхности характеризуется равномерным размещением в поле рисунка отстоящих друг от друга отдельных зерен размером около 200 нм. Зерна размером около 500 нм образуют подобие цепочек. И, наконец, имеются отдельные крупные зерна размером 5–8 мкм. Следует отметить, что наблюдаемые зерна не фрагментированы, т. е. не делятся на более мелкие субзерна. Результаты исследования состава ПК методом локального рентгеноспектрального анализа показали, что в нем присутствует кислород; при этом соотношение атомов углерода и кислорода составляет 4:1.

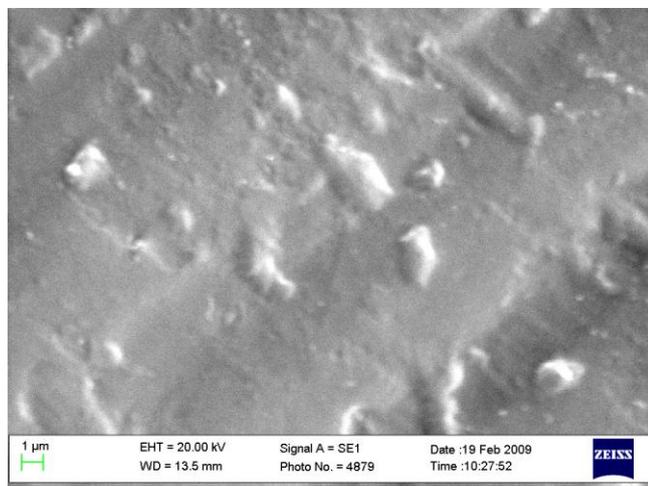


Рис. 1. Структура полимерного покрытия

С введением в эпоксидную матрицу добавок система приобретает принципиально новые свойства, в частности, данные термического анализа позволяют регулировать термостабильность разрабатываемых полимерных КМ.

Под влиянием термохимического воздействия в полимерах происходят структурные превращения на различных уровнях. Эти процессы усложняются в присутствии наполнителя и могут протекать как на молекулярном уровне, так и на надмолекулярном.

Был подобран наполнитель, вызывающий ингибирование различных стадий термодеструкции и изменяющий химизм реакций деструкции.

Эффект влияния наполнителя на процесс термодеструкции определяется температурным режимом окисления, в частности, скоростью нагревания образца. Скорость нагревания испытуемых образцов составляла 10 град/мин.

Термогравиметрические кривые эпоксиаминных отверждающих систем показаны на рис. 2.

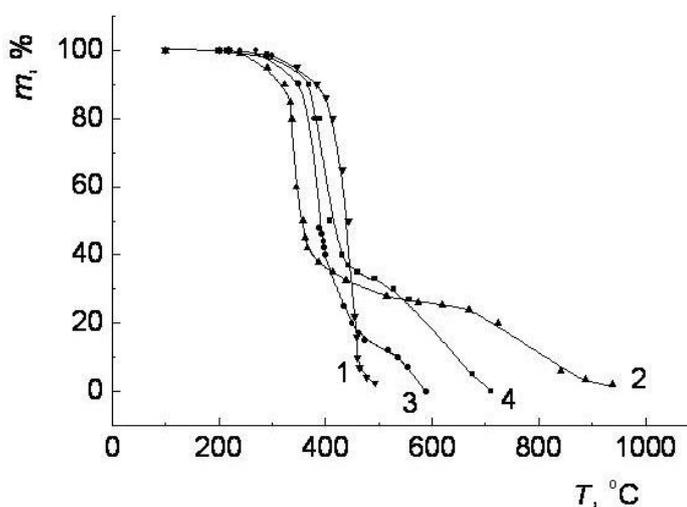


Рис. 2. Термогравиметрические кривые эпоксиаминных отверждающих систем (1 – 4 – исследуемые образцы)

Сравнив термогравиметрические кривые образцов 1 и 2, приходим к выводу, что для образца 1 начальная зона активного окисления ненаполненного полимера начинается при температуре 250 °C, а для образца 2 (наполненного) – при 260 °C. Начало разложения почти не отличается по потере массы образцов. Однако характер кривой образца 2 при более высокой температуре показывает, что наполненный образец имеет гораздо большую температурную устойчивость к окислению и термодеструкции.

На степень термодеструкции влияет также выбор связующего (при одном и том же наполнителе). Образец 2 содержит модифицированную смолу ЭД-20, образец 4 – смолу ЭД-20 в композиции.

Термодеструкция модифицированной наполненной смолы происходит с более низкой скоростью.

Вид отвердителя также влияет на термоокислительную деструкцию. Термоокислительная деструкция образца 3 выше, чем образца 4. Так, при температуре 400 °C потеря массы образца 3 составляет ~ 56%, образца 4 – 32%.

На термоокислительную деструкцию образцов влияют все составляющие композиций, но более всего – введение в матрицу термостойкого, мелкодисперсного наполнителя, который ингибирует процесс термоокисления. Полученный эпоксидный композит термостоек и при температуре 700 °C разлагается на 80 %, окончательно выгорает при температуре 920 °C. Рабочая температура такого композита – до 250 °C.

Выводы

1. Разработанный износостойкий антифрикционный композит, нанесенный на детали из сплавов ВТ1-0, ВТ-6, ВТ-22, при многоцикловом деформирующем протягивании указанных деталей твердосплавным инструментом выдерживает контактное давление до 2,2 ГПа. В результате пластической деформации изменяется физическая структура полимера без его деструкции.

2. Методом термогравиметрического анализа установлено, что введение в эпоксидный композит термостойкого мелкодисперсного наполнителя, который ингибирует процесс термоокисления, значительно замедляет термоокислительную деструкцию композита. Получен

термостойкий эпоксидный композит, который окончательно выгорает при 920 °С. Максимальная рабочая температура композита – 250 °С.

Литература

1. Шило А.Е., Шейкин С.Е., Гаврилова В.С. и др. Антифрикционное покрытие из полимерного композита для холодного пластического деформирования деталей из титановых сплавов // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2009. – Вып. 12 – С. 467–470.
2. Розенберг О. О., Шило А. Ю., Гаврилова В. С. та ін. До питання розробки технологічних змашень для обробки деталей з титанових сплавів деформуючим протягуванням // Вісн. Житомирськ. інж.-технол. ін-ту. – 2009. – № 2(49). – С. 3–7.
3. Тагер А. А. Физико-химия полимеров. – М.: Госхимиздат, 1963. – 528 с.
4. Розенберг О. А. Механика взаимодействия инструмента с изделием при деформирующем протягивании. – К.: Наук. думка, 1981. – 288 с.
5. Чичинадзе А. В., Матвеевский Р. М., Браун Э. Д. Материалы в триботехнике нестационарных процессов. – М.: Наука, 1986. – 238 с.
6. Фрейдин А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений. – М.: Химия, 1971. – 256 с.
7. Дроздов Ю.Н., Павлов В. Г., Кучков В. Н. Трение и износ в экстремальных условиях. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.

Поступила 25.06.10

УДК 621.9.06:679.8.051

П. А. Чемоданов¹, В. І. Сідорко², д-р. техн. наук

¹Житомирський державний технологічний університет, Україна

²Науково-технологічний алмазний концерн «Алкон» НАН України

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ВПІД ТА РОБОЧИХ РЕЖИМІВ П'ЯТИПОЗИЦІЙНОГО КАМЕНЕОБРОБНОГО ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

The coefficients of inflexibility of machine-tool are certain in three directions of the three-dimensional system of co-ordinates (x,y,z) depending on the chart of loading and dependences of the productivity of process of the diamond polishing (milling at treatment of marble and granit flag) are experimentally certain on the parameters of process of treatment.

Більшість областей України мають значні запаси природного декоративного та облицювального каменю, для оброблення якого застосовують різні за конструкцією каменеобробні верстати як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Зарубіжні фірми-виробники верстатів (особливо Італії) постачають в Україну сучасні каменеобробні верстати з ЧПК, а саме: фрезерні з ЧПК для оброблення складнопрофільних поверхонь виробів з мармуру та граніту. Ці верстати коштують щонайменше 50 тис. дол., а тому більшість каменеобробних підприємств України не мають можливості їх придбати. Також вітчизняні каменеобробні підприємства недостатньо забезпечені сучасним алмазним інструментом. З оглядом на викладене основний експорт виробів з природного каменю з України становлять сировинні блоки та бруківка. В одночас зауважимо, що, наприклад Китай імпортує в Україну великий обсяг скульптур з каменю та інші вироби зі складнопрофільними поверхнями.