

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАСТРУЙНОЙ ДИАГНОСТИКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ли С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
г.Москва*

Ключевые слова: численное моделирование, ультразвуковая диагностика, режущий инструмент.

Аннотация. В докладе рассматривается проблема ультразвуковой диагностики режущего инструмента для утилизации полимерных материалов. Создается численное моделирование процесса ультразвуковой диагностики режущего инструмента. Анализируются результаты численного моделирования. На основе проведенного исследования получено, что можно использовать ультразвуковую диагностику для оценки эксплуатационных свойств режущего инструмента.

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF ULTRA-JET DIAGNOSTICS OF A CUTTING TOOL FOR THE DISPOSAL OF POLYMERIC MATERIALS

Li Xueyan

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

Keywords: numerical modeling, ultra-jet diagnostics, cutting tools.

Abstract. The report addresses the issue of ultra-jet diagnostics of cutting tools for the disposal of polymer materials. A numerical simulation of the process of ultra-jet diagnostics of a cutting tool is created. The results of numerical simulation are analyzed. Based on the study, the author obtains the following results that you can use ultrasound diagnostics to assess the operational properties of the cutting tool.

В настоящее время в мировой промышленности все шире применяются полимерные композиционные материалы (ПКМ). Лидер по их применению – это промышленность аэрокосмической техники. Анализ показал, что к 2030 году относительно 2015 года объем производства ПКМ увеличится в 2 и более раза. В будущем утилизация ПКМ станет острым вопросом [1].

Таким образом, требуется создание эффективных методов механической обработки и специального инструмента для измельчения ПКМ [2]. На сегодняшний день для этих целей в основном используются механические дробилки различных конструкций, чаще всего роторные дробилки [3], характеризующиеся высокой производительностью и эффективностью.

В роторных установках чаще всего используются биметаллические ножи. При проведении исследования были выбраны ножи для роторной дробилки, изготовленные из биметалла (сталь 3 - 9ХФ), произведенные в научно-исследовательском институте импульсных процессов с опытным производством «НИИ ИП с ОП» (г. Минск, Республика Беларусь). Данные ножи являются основным рабочим органом роторной дробилки модели РМ250 (КНР). Изготавливались биметаллические режущие инструменты с различными

технологическими режимами закалки и отпуска: закалка в воде (З+В), закалка в масле (З+М), Закалка в воде с низким отпуском (З+В+О), закалка в масле с низким отпуском (З+М+О).

Сначала измерилась микротвердость этих биметаллических режущих инструментов. Результаты показаны на рисунке 1.

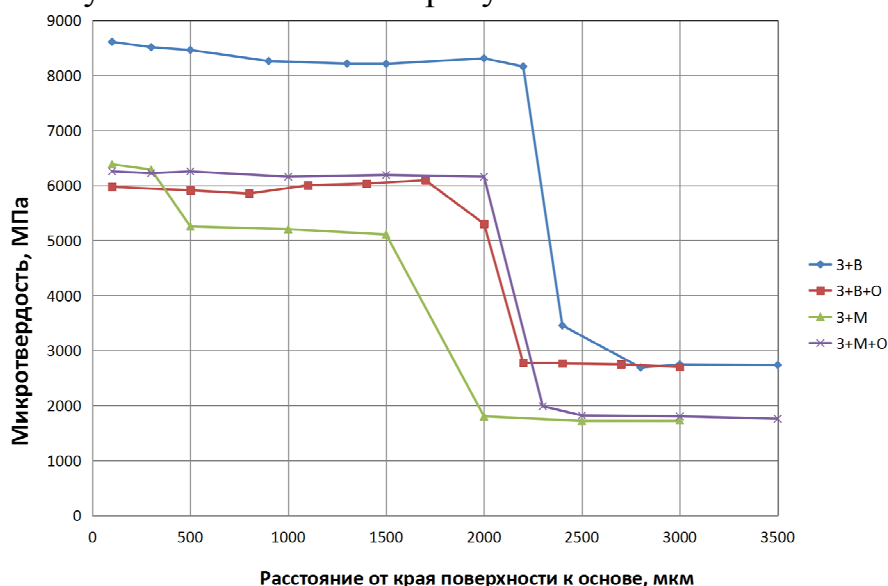
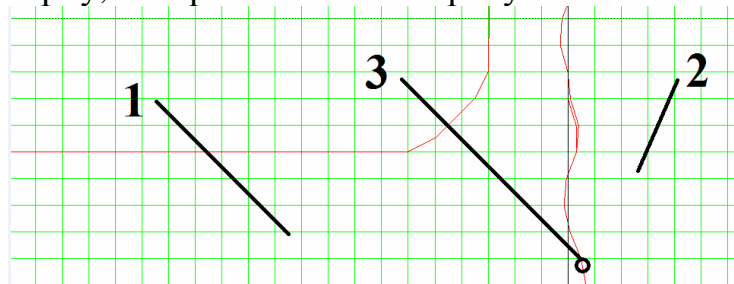


Рис. 1. График изменения микротвердости от края к основе в образце с маркировкой З+В, З+М, З+В+О и З+М+О

Ультразвуковые технологии нашли широкое применение для решения различных задач [4]. Самостоятельное и значимое место в перечне данных технологий занимает ультразвуковая диагностика (УСД), основным достоинством которой является оперативное получение необходимой информации об эксплуатационно-технологических параметрах состояния поверхностного слоя материала различных технических объектов. Кроме того, ультразвуковое воздействие в технологически достижимой степени подобно реальным условиям эксплуатации разного рода технических объектов и устройств, что крайне важно для получения объективной информации об объекте контроля [5].

Создали численное моделирование процесса ультразвуковой диагностики режущего инструмента. Численное моделирование осуществлялось в программном комплексе ANSYS /Autodyn со следующими заданными начальными параметрами водополимерной ультразвуку: скорость 700 м/с; диаметр 1 мм; плотность 0,995 гр/см³; время испытания 25 мкс. В конце получили гидрокаверну, которая показана на рисунке 2.



1 – ультразвуку; 2 – образец; 3 – гидрокаверна

Рис. 2. Результаты численного моделирования на примере материала ножа З+В

На основе полученных информативных данных был рассчитан попарный коэффициент корреляции, который показан в таблице 1.

Табл. 1. Корреляционный анализ данных

Варианты технологии	Толщины гидрокаверны режущей пластины (Сталь 9ХФ) на расчете численного моделирования, мкм	Средние микротвердости режущей пластины (Сталь 9ХФ), МПа
З+В	20	8562.5
З+В+О	94	5942.5
З+М	78	6337.5
З+М+О	63	6239
Корреляция между толщинами гидрокаверны и средними микротвердостями		-0.949

Заключение

В результате численного моделирования процесса ультразвуковой диагностики режущего инструмента с применением водо-полимерных струй при двумерной осесимметричной постановке задачи, было теоретически установлено и экспериментально подтверждено наличие связи между производительностью процесса гидроэрозии поверхности ножей и их микротвердостью.

Предлагается использовать технологию ультразвуковой диагностики для оценки эксплуатационных свойств режущего инструмента.

Список литературы

1. Сидоренко П.Д., Карпесьо И.Я. Утилизация композитов: проблемные аспекты и перспективные решения // Технология металлов. 2018. № 2 (77). С. 54-58.
2. Ли Сюеянь, Семашко В.С., Галиновский А.Л., Белов В.А., Абашин М.И. Анализ перспектив применения метода ультразвуковой диагностики для оценки износостойкости биметаллического инструмента // Технология металлов. 2019. №10. С. 41-47.
3. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л. Анализ физико-технологических особенностей процесса ультразвуковой диагностики // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2012. № 6. С. 7.
4. Барзов А.А., Галиновский А.Л., Проваторов А.С. Информационно-физический механизм ультрагидроструйной диагностики качества функциональных покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 2. С. 51-57.
5. Тарасов В.А., Галиновский А.Л. Проблемы и перспективы развития гидроструйных технологий ракетно-космического машиностроения // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 3 (15). С. 23.

Сведения об авторе:

Ли Сюеянь – аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва.