

И. Е. Кухарева

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАКРОНЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предложено для оценки качества макронеоднородных материалов использовать величину объемной твердости при кинетическом индентировании сферическим индентором большого диаметра. Показан путь модернизации существующих твердомеров с целью испытания композитов

Ключевые слова: твердость, индентирование, макронеоднородные материалы, объемная твердость, размерный эффект

1. Введение

Проблема, освещаемая в докладе, относится к направлению материаловедения, а именно поиску путей оперативной оценки качества макронеоднородных композиционных материалов (строительные, дорожные материалы и т.п.).

2. Постановка проблемы

Главным ограничением при определении твердости макронеоднородных материалов является форма и размеры индентора. Стандартные шарики Бринелля, пирамиды и конусы, применяемые для контроля качества металлов, пластмасс и пр. однородных материалов, сравнимы или даже значительно меньше зерна наполнителя исследованных композитов. Поэтому была поставлена задача – экспериментально подобрать форму и размер индентора для оценки твердости материала дорожно-строительного назначения, а также усовершенствовать существующий твердомер для испытания композитов с использованием разработанных инденторов.

3. Основная часть

3.1. Анализ литературных источников по теме исследования

Проблема модернизации существующих и разработки новых, современных, методов оценки твердости материалов решается на кафедре ТМиМ ХНАДУ под руководством профессора В. И. Мощенка уже более 10 лет. За это время накоплен значительный объем экспериментальных данных, конструкторских решений, опубликовано более 50 научных статей, получено около 20 охранных документов, разработаны проекты национальных стандартов.

В работе [1] автор вводит понятие «истинная твердость» («объемная твердость»), которую предлагается рассчитывать как отношение силы сопротивления вдавливания индентора к объему его

внедренной части (способ определения защищен патентом Украины на полезную модель [2]). Разработаны формулы для расчета этой характеристики при использовании широко распространенных в практике механических испытаний инденторов: сферических, пирамиды Виккерса, конуса (метод Роквелла). Экспериментально установлено, что последний индентор на самом деле является сфероконическим и при оценке с его помощью твердости по методам, которые предусматривают расчет геометрических параметров внедренной части, необходимо использовать сумму приведенных характеристик: соответственно, шарового сегмента и усеченного конуса.

В работе [3] проанализированы государственные стандарты, используемые в Украине, международные стандарты, а также научные труды по методологии измерения твердости, изданные с конца XIX века. На основе накопленного опыта проф. В. И. Мощенком разработана унифицированная система распределения методов оценки твердости в макро-, микро- и нанодиапазоне, основанная на величине показателя степени при глубине внедрения индентора в расчетных формулах.

Особый интерес представляет работа [4], в которой выполнено сопоставление известных способов определения твердости с кривой индентирования. Показано, что именно кривая кинетического индентирования является наиболее полной характеристикой способности материала сопротивляться внедрению индентора, и лишь с ее помощью можно производить сравнение значений твердости, полученных различными методами.

В работе [5] предложены формулы для расчета поверхностной (универсальной) и объемной твердости материалов в нанодиапазоне. Показано, что характер их изменения с ростом нагрузки идентичен как при исследовании упругих, так и пластичных материалов.

Математическое моделирование формы внедренной части инденторов различной формы, приведенное в работе [6], позволило авторам вскрыть истинную причину размерного эффекта в определении твердости материалов (ISE, indentation size effect), который заключается в сущности формул, принятых для расчета значений твердости.

Профессором В. И. Мощенко для создания способа модернизации распространенных сегодня твердомеров на кафедре ТМиМ была организована рабочая группа, результатом плодотворной деятельности которой стал первый в Украине универсальный твердомер УТ-1, который позволяет испытывать материалы разного происхождения инденторами произвольной формы [7].

Под руководством профессора В. И. Мощенко был создан твердомер ударного типа и методика оценки качества дорожно-строительных материалов, на которые в 2012 г. получен патент Украины на полезную модель [8].

3.2. Результаты исследований

Для решения поставленных задач был создан прибор на базе стационарного твердомера по Бринеллю ДНВ-3000. При исследовании макронеоднородных материалов вдавливанием корректно использовать сферические инденторы различных диаметров. Выбор диаметра в каждом конкретном случае должен определяться макроструктурой образца и превышать максимальный размер зерна наполнителя в среднем в пять раз (установлено экспериментальным путем). Измерения реализуются следующим образом. Образец устанавливается на подъемную платформу, с помощью блока цифрового управления выбирается максимальная нагрузка и время ее выдержки. На цифровом дисплее визуализируется текущее значение нагрузки. Величина перемещения индентора фиксируется с помощью жестко закрепленного рычажного нутромера, а весь процесс нагружения записывается цифровой камерой высокого разрешения. Далее необходимо через определенные интервалы нагрузки снять показания глубины индентирования, по которым рассчитываются значения твердости. Ввиду массивности изделий и значительного распространения зоны деформации при использовании сферического индентора целесообразно рассчитывать объемную твердость.

Как показывает зависимость объемной твердости от нагрузки, с ростом усилия объемная твердость снижается сначала резко, а при значительных нагрузках – практически постоянна (размерный эффект), что полностью соответствует поведению макрооднородных материалов (металлы, пластмассы и пр.).

Литература

1. Мощенко, В. И. Определение действительной твердости деталей дорожных машин инденторами различной формы [Текст] / В. И. Мощенко // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ. – 2007. – № 38. – С. 285–289.
2. Пат. 74654 Україна, МПК G01N 3/40 (2006.01). Спосіб оцінки твердості матеріалу / Мощенко В. І., Тарабанова В. П., Глушкова Д. Б. – № 20031213133;

заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Мощенко В.І.; заявл. 30.12.2003 ; опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1/2006.

3. Мощенко, В. И. Современная классификация методов определения твердости [Текст] / В. И. Мощенко // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – 2010. – Вып. 26. – С. 129–132.
4. Мощенко, В. И. Диаграмма индентирования и современные методы измерения твердости [Текст] / В. И. Мощенко, Л. Л. Костина // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Харьков: ХНАДУ. – 2011. – Вып. 5. – С. 16–18.
5. Мощенко, В. И. Наноиндентирование и нанотвердость материалов [Текст] / В. И. Мощенко // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – 2008. – № 22. – С. 151–153.
6. Мощенко, В. И. Размерный эффект в определении твердости материалов [Текст] / В. И. Мощенко, Ю. В. Батыгин // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ. – 2010. – № 48. – С. 194–199.
7. Пат. 74063 Україна, МПК G01N 3/40 (2006.01). Твердомір / В. І. Мощенко, Л. Л. Костіна, А. О. Чигрин, Н. О. Лалазарова, В. Г. Атаманюк, В. П. Тарабанова, С. В. Демченко– № u201205495; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Мощенко В.І.; заявл. 03.05.2012 ; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19/2012.
8. Пат. 46371 Україна, МПК G01N 3/40 (2006.01). Твердомір / В. І. Мощенко, С. І. Бондаренко, Л. Л. Костіна, В. П. Тарабанова– № u200902562; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Мощенко В.І.; заявл. 23.03.2009 ; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24/2009.

ОЦІНКА ЯКОСТІ МАКРОНЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

І. Е. Кухарева

Запропоновано для оцінки якості макронеоднорідних матеріалів використовувати значення об'ємної твердості при кінетичному індентуванні сферичним індентором значного діаметру. Показано шлях модернізації існуючих твердомірів з метою випробування композитів

Ключові слова: твердість, індентування, макронеоднорідні матеріали, об'ємна твердість, розмірний ефект

Ірина Євгенівна Кухарева, асистент кафедри технології металів і матеріалознавства Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, тел. (057) 707-37-29, e-mail: agats@ukr.net

QUALITY ESTIMATION OF MACROINHOMOGENEITY

I. Kukhareva

Using of volume hardness value at kinetic indentation with big spherical indenter for quality estimation of macroinhomogeneity materials were proposed. The way of existing hardness testers modernization for composites testing were shown

Keywords: hardness, macroinhomogeneity materials, volume hardness, indentation size effect

Iryna Kukhareva, assistant professor of department of technology of metals and material science, Kharkiv national automobile and highway university, tel. (057) 707-37-29, e-mail: agats@ukr.net