

Пористость и ее определение

А. С. КИЛОВ

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия, e-mail: askil08@rambler.ru

Предложен метод определения пористости пластичного образца без специальных приборов, основанный на измерении массы и объема целого образца и такой же массы материала в измельченном виде.

Ключевые слова: объем, масса, измельчение, пикнометр, пористость.

A method of determination of the plastic sample porosity without special instruments based on measurement of its mass and volume and the volume of equal mass of the same material in grinded form is suggested.

Key words: volume, mass, crush, pycnometer, porosity.

Цель поставленной задачи — расширение области применения существующих методов определения пористости твердых тел на пластичные материалы без использования специальных приборов, предназначенных лишь для хрупких материалов. Измерения пористости часто необходимы для изделий порошковой металлургии из пластичных материалов. Измерительные приборы являются неотъемлемой частью исследовательских работ по определению влияния методов обработки на свойства материалов как при измерениях твердости изделий после обработки [1—3], так и при изучении свойств непосредственно самого материала [4].

Пористость — доля объема пор в общем объеме пористого материала. Количественно пористость выражают в процентах. Пористость сплошного материала 0 %, а значение, близкое к 100 %, имеет пена. Пористость относится к физическим свойствам твердых веществ и вызвана тем, что некоторые твердые тела не являются сплошными, т. е. состоят из отдельных частиц, разделенных ячейками воздуха или другого газа (порами). Поры бывают разных размеров: от мелких, едва различаемых при помощи микроскопа, до крупных, видимых невооруженным глазом. Пористость наблюдается практически у всех органических веществ (у животных в костях и коже, в древесине и т. д.), где она образуется вследствие их структуры и роста. В жизненных процессах пористость играет значительную роль, например, в растениях питательные соки поднимаются за счет капиллярности, которую рассматривают как разновидность пористости. Работа пор — это и дыхание, и испарение, и поглощение жидкостей и газов. В неорганических веществах причиной пористости является соединение в один агрегат множества составляющих зерен.

В некоторых изделиях из металла, керамики, пластмассы, стекла и др. поры создают специально при производстве и они могут быть в виде изолированных ячеек (пор) или системы соединенных каналов. Чаще всего для получения пор используют вещества, вводимые в порошковый материал как наполнители, которые затем выжигают методом выгорающих добавок. Также поры создают при формовании изделия вследствие химических реакций (пенообразователей) или вымыванием растворителями специальных добавок из монолитной заготовки. Пористость существенно влияет на технические свойства материалов, так как является одной из основных характеристик, определяющих свойства изделий.

Методы исследования пористости обусловлены отраслью промышленности, в которой применяется твердое тело. В зависимости от размера пор, материала и назначения изделий (порошковая металлургия (фильтры, катализаторы, сорбенты) или строительные (теплоизоляционные) материалы) применяют различные методы оценки пористости [5—7]. Основными из них являются: ртутная порометрия, используемая для анализа пор размерами до 300000 нм, и адсорбционный метод исследования пор в диапазоне до 100 нм. Также применяют пикнометрические, микроскопический или капиллярный методы и эталонную порометрию. Абсолютные значения пор, полученные разными методами порометрии, могут отличаться друг от друга. Большинство из указанных методов сложны и требуют применения специального оборудования. Однако для некоторых изделий важна общая пористость, а форма и размеры пор для них не имеют значения.

Наиболее простые методы определения пористости приведены в стандартах [8, 9]. Указанные методы предназначены для анализа природных материалов (щебня, гравия или горной породы) и их проводят при помощи лабораторного оборудования (пикнометра, весов и измельчителей — ступки или дробилки). Суть таких методов заключается в измерениях объемов исследуемых образцов и такой же массы измельченного материала. Ограниченность области применения данных методов хрупкими материалами не позволяет определить пористость изделий из пластичных материалов, например спеченных изделий из порошков. Это является недостатком данных методов.

Применение в качестве измельчителя металлорежущего инструмента — одно из решений поставленной задачи [10], которое позволит расширить область применения стандартов. Также в качестве измельчителя можно применять напильники, фрезы, резцы, сверла. Определение пористости с использованием разработанного комплекта лабораторного оборудования [10] осуществляли следующим образом.

Весовым методом определяли массу исходного образца, а при помощи пикнометра, предварительно покрыв поверхность парафином, его объем. Образец, тождественный исходному, измельчали металлорежущим инструментом, например напильником с насечкой № 0 или 1, до стружки размером частиц по каждой из трех осей меньше 1 мм. Затем определяли объем измельченного материала по массе, равной массе исходного образца. Разность объемов исходного образца и измельченного материала представляет

абсолютный объем пор, а отношение данного значения к объему исходного образца дает процентное содержание пор в исследуемом образце.

Проведение измерений параллельно на 3—5 тождественных образцах и определении среднеарифметического значения пористости повышает точность измерений.

Разработанную методику определения пористости проверили на пластичных изделиях (втулках размерами 21×9,6×13,5 мм из порошка марки Сп100Д2,5, которые не поддаются дроблению) и их пористость составила 15—17 %.

Эффективность использования рассмотренной разработки позволит расширить область применения стандартов [8, 9] и на пластичные материалы. При этом обеспечивается повышение точности, оперативности и производительности при определении пористости изделий.

Л и т е р а т у р а

1. **Богодухов С. И. и др.** Повышение износостойкости сплава Т5К10 // Вестник Оренбург. гос. ун-та. 2010. № 10. С. 127—130.

2. **Богодухов С. И. и др.** Повышение эксплуатационных характеристик твердых сплавов термической обработкой // Вестник Оренбург. гос. ун-та. 2011. № 5. С. 164—170.

3. **Килов А. С.** Совмещение отделочной и упрочняющей операций при ППД плунжера алмазным выглаживанием // СТИН. 2012. № 2. С. 29—32.

4. **Килов А. С.** Определение твердости тонких ребер через совмещение (интегрирование) результатов нескольких значений // Контроль. Диагностика. 2011. № 9. С. 35—37.

5. **Орлов Л. И., Карпов Е. Н.** Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа. М.: Недра, 1987.

6. **Плаченков Т. Г., Колосенцев С. Д.** Порометрия. Л.: Химия, 1988.

7. **Пат. 2342646 РФ.** Устройство для определения пористости и проницаемости образцов горных пород / Ю. А. Афиногенов // Изобретения. Полезные модели. 2008. № 36.

8. **ГОСТ 8269.0—97.** Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

9. **ГОСТ 30629—99.** Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний.

10. **Пат. 107359 РФ.** Комплект лабораторного оборудования для определения пористости / А. С. Килов и др. // Изобретения. Полезные модели. 2011. № 22.

Дата принятия 18.09.2013 г.

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

621.317.332

Погрешность измерения дифференциального сопротивления нелинейных двухполюсников

В. А. СЕРГЕЕВ*, И. В. ФРОЛОВ**

* Ульяновский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Ульяновск, Россия, e-mail: ilya-frolov88@mail.ru

** Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск, Россия

Получены зависимости погрешности измерения дифференциального сопротивления нелинейных двухполюсников от амплитуды тестового гармонического сигнала при использовании различных типов преобразователей переменного напряжения в постоянное. Показано, что наименьшая погрешность достигается для преобразователей средневывпрямленного значения. Приведены численные оценки на примере полупроводникового диода.

Ключевые слова: нелинейный двухполюсник, полупроводниковый диод, дифференциальное сопротивление.

The dependences of the measurement error of the differential resistance of the non-linear two-terminal on the test harmonic signal level when using different types of AC/DC converters was obtained. It is shown that the smallest error is achieved with the use of half period average value converters. The numerical estimates of the example of a semiconductor diode are given.

Key words: non-linear two-terminal, semiconductor diode, the differential resistance.

Параметры малосигнальных эквивалентных схем полупроводниковых приборов (ПП) широко используются в качестве информативных при выходном и входном контроле качества этих приборов; конкретные значения и диапазоны изменений параметров необходимы на этапе проектирова-

ния большинства устройств радиоэлектроники [1—5]. Элементы эквивалентной схемы ПП являются, как правило, нелинейными, т. е. их параметры зависят от протекающих токов и (или) приложенных напряжений [3—5]. Так, эквивалентная емкость $p\text{--}n$ -перехода зависит от напряжения при пря-