

УДК 630.674; 531.754

ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЖУЩЕЙСЯ ПЛОТНОСТИ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

РЕН. Х. ГАЙНУЛЛИН, Е. М. ЦВЕТКОВА, РИШ. Х. ГАЙНУЛЛИН,
А. В. ЕРОСЛАНОВ, А. А. МАКАРОВ

Поволжский государственный технологический университет
Йошкар-Ола, Россия

Структура пористых материалов, используемых человеком в промышленности и быту, предопределяет их физико-механические свойства. В данном контексте плотность материала играет ключевую роль, поскольку подавляющее большинство технологических расчетов строится на основе этого показателя. Следует отметить, что пористым материалам, например, древесине, свойственны средняя и истинная (кажущаяся) плотность [1]. С точки зрения науки и практики наиболее точной мерой содержания материала в объеме образца является кажущаяся плотность. Совершенствование методов определения этого показателя является актуальной задачей развития инновационных технологий.

В настоящее время можно выделить четыре основных метода определения кажущейся плотности. Из них три прямых метода и один косвенный. К прямым относят метод суспензий [2], метод ртутной порометрии [3] и метод пикнометрии в различных средах [4, 5]. Косвенный метод – оптический (планиметрический). У каждого из перечисленных методов имеются свои достоинства и недостатки. Из числа указанных методов наиболее распространенным является метод газовой пикнометрии в среде гелия [6–8], стандартизированный в России, странах Евросоюза и других странах мира. К его недостаткам можно отнести необходимость гелия высокой степени очистки, а также проведение многостадийной процедуры калибровки с целью определения объемов кювет сравнения и образца, которая осуществляется исключительно при функционировании измерительной пневмосистемы в режиме избыточного давления.

С целью устранения вышеуказанных недостатков и дальнейшего совершенствования предложен альтернативный, обоснованный теоретически, метод определения кажущейся плотности пористых материалов в среде атмосферного воздуха [9]. Отличительной особенностью данного метода является возможность функционирования пневматической системы как в режиме избыточного давления, так и в режиме разрежения. К особенностям конструкции устройства следует отнести применение в качестве кювет сравнения и образца двух цилиндров одинакового объема. Теоретическая основа предлагаемого метода имеет логичное обоснование и не противоречит законам и постулатам термодинамики. Экспериментальные исследования применения данного метода отражают высокую степень достоверности результатов [10]. Лабораторные испытания проводились на различных породах древесины (сосна,

береза, ель, тополь, осина и т. д.), термомодифицированной древесине, гнилой древесине, березовой чаге, древесном угле, коре сосны и других материалах. Применение в методе атмосферного воздуха в качестве среды замещения (вместо гелия) и высокая скорость получения экспериментальных данных позволяют отнести его к экспресс-методам. Простота конструкции и невысокая стоимость ее элементов делают сам метод общедоступным.

В настоящее время продолжается активная теоретическая и экспериментальная проработка данной тематики, предусматривающая опубликование научных статей и заявок на изобретения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Полубояринов, О. И.** Плотность древесины / О. И. Полубояринов. – Москва: Лесная промышленность, 1976. – 160 с.
2. **Dunlap, F.** Density of wood substance and porosity of wood [Electronic resource] / F. Dunlap // Journal of agricultural research. – 1914. – № II (6). – P. 423–428. – Mode of access: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1914/dunla14a.pdf>.
3. **Plötze, M.** Porosity and pore size distribution of different wood types as determined by mercury intrusion porosimetry [Electronic resource] / M. Plötze, P. Niemi // European journal of wood and wood products. – 2010. – № 69. – P. 649–657. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s00107-010-0504-0>.
4. **Stamm, A. J.** Density of wood substance, adsorption by wood, and permeability of wood [Electronic resource] / A. J. Stamm // Journal of Physical Chemistry. – 1928. – № XXXIII. – P. 398–414. – Mode of access: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/j150297a008>.
5. **Tsoumis, G.** Effect of growth rate and abnormal growth on wood substance and cell wall density [Electronic resource] / G. Tsoumis, C. Passialis // Wood science and technology. – 1977. – № 11. – P. 33–38. – Mode of access: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00353599.pdf>.
6. **DIN 66137.** Bestimmung der dichte fester stoffe: teil 2: Gaspyknometrie // Deutsche norm. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN. – 2002.
7. **ISO 21687:2007.** Carbonaceous materials used in the production of aluminium. Determination of density by gas pyknometry (volumetric) using helium as the analysis gas. Solid materials. – 2007.
8. **ГОСТ Р ИСО 21687–2014.** Материалы углеродные для производства алюминия. Твердые материалы. Определение действительной плотности методом газовой пикнометрии (объемный анализ) с применением гелия в качестве газа для анализа. – Москва: Стандартинформ, 2014.
9. Способ измерения объема и определения плотности пористых материалов: пат. RU 2744281 / Рен. Х. Гайнуллин, Е. М. Цветкова, Риш. Х. Гайнуллин, А. А. Федотова, В. В. Воронцова. – Опубл. 04.03.2021.
10. Determination of the true density of chaga by gas picnometry in atmospheric air [Electronic resource] / Renat H. Gainullin [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – № 1889. – P.1–7. – Mode of access: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1889/2/022044>.