

*Абалымов Егор Алексеевич*

*студент магистратуры*

*2 курс, факультет «Инжиниринг и менеджмент качества»*

*БГТУ «ВОЕНМЕХ»*

*Россия, г. Санкт-Петербург*

## **ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ**

Аннотация: Статья посвящена эволюции методов измерения плотности вещества - от античных времён до современных цифровых технологий. Исторический обзор начинается с работ Архимеда (III в. до н. э.), заложившего основы определения плотности, и охватывает ключевые этапы развития методов: изобретение стеклянного пикнометра Бируни (X–XI вв.), появление ареометров (XVIII в.) и революционный переход к цифровым технологиям во второй половине XX века. Особое внимание уделено разработкам компании Anton Paar, включая создание первого цифрового плотномера с U-образной трубкой (1967 г.), портативного прибора DMA™ 35 (1981 г.) и инновационного метода импульсного возбуждения колебаний (2017 г.). Современные тенденции, такие как автоматизация и применение искусственного интеллекта, демонстрируют дальнейшее совершенствование точности и эффективности измерений.

Ключевые слова: плотность, история измерения, ареометр, цифровой плотномер.

Annotation: The article explores the evolution of density measurement methods - from ancient times to modern digital technologies. The historical overview begins with the foundational work of Archimedes (3rd century BC) and covers key milestones in methodological development: the invention of the glass pycnometer by Al-Biruni (10th–11th centuries), the emergence of hydrometers (18th century), and the revolutionary shift to digital technologies in the second half of the 20th century. Special attention is given to the innovations by Anton

Paar, including the first digital density meter with a U-shaped oscillating tube (1967), the portable DMA™ 35 instrument (1981), and the groundbreaking impulse excitation method (2017). Current trends, such as automation and the application of artificial intelligence, demonstrate further advancements in measurement accuracy and efficiency.

Keywords: density, measurement history, hydrometer, digital density meter.

История измерения плотности, определяемой как отношение массы к объёму, насчитывает более двух тысячелетий. Основы этого процесса заложил ещё Архимед (287-212 до н. э., Сицилия) [1]. Существенный прорыв произошёл в X-XI веках, когда персидский учёный Абу Райхан Бируни (973 г.-1048 г.) изобрёл первый стеклянный пикнометр [1] - калиброванный сосуд фиксированного объёма, позволяющий точно определять плотность вещества путём взвешивания.

В XVIII веке появились первые точные ареометры - приборы в виде стеклянных поплавков с калиброванной шкалой, погружающиеся в жидкость на глубину, соответствующую её плотности [1]. Оба этих метода - и пикнометрический, и ареометрический - остаются востребованными и в современной практике.

Настоящая революция в измерениях плотности произошла во второй половине XX века. В 1967 году Антон Паар представил первый цифровой плотномер с U-образной колебательной трубкой [1]. В этом приборе использовался принцип зависимости резонансной частоты колебаний от плотности заполняющей трубку жидкости.

Дальнейшее развитие этой технологии привело к созданию в 1981 году портативного плотномера DMA™ 35, отмеченного престижной Австрийской премией за инновации [1].

В 2017 году Антон Паар внедрил инновационный подход к измерениям, заменив постоянные колебания импульсным возбуждением. После кратковременного воздействия осциллятор свободно колеблется,

постепенно затухая [1]. Анализ параметров этих затухающих колебаний позволяет получать более точные данные. Этот запатентованный метод исключает необходимость поддержания постоянной амплитуды, обеспечивая высокую точность измерений за счет анализа естественного затухания вибраций.

Сегодня методы измерения плотности продолжают развиваться, интегрируя достижения цифровых технологий, автоматизации и искусственного интеллекта.

#### **Использованные источники:**

1. New chapter in the history of density URL: [https://www.anton-paar.com/corp-en/about-us/news/news/detail/new-chapter-in-the-history-of-density/#:~:text=But%20that's%20another%20story.&text=The%20measurement%20of%20density20\(as,the%20first%20glass%2Dmade%20pycnometer](https://www.anton-paar.com/corp-en/about-us/news/news/detail/new-chapter-in-the-history-of-density/#:~:text=But%20that's%20another%20story.&text=The%20measurement%20of%20density20(as,the%20first%20glass%2Dmade%20pycnometer). (дата обращения 20.05.2025)