

УДК 532.5+519.6

## Создание инструментального обеспечения экспериментальной методики для определения физических параметров адаптивных капиллярных модулей

Иванов Михаил Юрьевич<sup>1, 2(\*)</sup>

vpk@vpk.npomash.ru

Малахов Антон Сергеевич<sup>1</sup>

vpk@vpk.npomash.ru

Антонов Дмитрий Сергеевич<sup>1</sup>

vpk@vpk.npomash.ru

Реш Георгий Фридрихович<sup>1</sup>

vpk@vpk.npomash.ru

<sup>1</sup> АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Россия<sup>2</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы создания специальных инструментальных средств, необходимых для реализации прикладной экспериментальной методики определения технических характеристик адаптивных устройств на основе пористых сетчатых материалов. Приведено описание экспериментальной установки с трансформируемой блочной архитектурой для физического моделирования гидравлических, инерционных, капиллярных, гидро- и вибродинамических процессов в таких устройствах. Представлены результаты эмпирических исследований с использованием разработанного инструментального обеспечения.

**Ключевые слова:** адаптивный капиллярный модуль, пористый сетчатый материал, экспериментальная установка, гидравлическое сопротивление, капиллярная удерживающая способность, газожидкостная смесь, компьютерная модель

**Введение.** Проницаемые устройства, поверхность которых выполнена из микропористых сетчатых материалов, применяются в системах отбора жидких сред, промышленных установках для фильтрации потока газа или жидкости и пр. В частности, адаптивный капиллярный модуль, представляющий собой подвижную пористую оболочку (сильфон), может эксплуатироваться в нехарактерных (для классических жестких устройств разделения и фильтрации фаз) условиях [1]. К ним относятся: повышенные значения линейных ускорений (более 10 м/с), наличие вибраций, высоких рабочих температур (более 100°C), двухфазный режим течения жидкости. Поэтому вопрос разработки специальной методики, позволяющей определять физические параметры устройства в указанных условиях эксплуатации, является актуальным. Цель работы — создание экспериментальной установки с трансформируемой блочной архитектурой для моделирования широкого спектра физических явлений в адаптивных капиллярных модулях, выполненных на основе пористых сетчатых материалов (ПСМ).

**Методы и материалы; результаты.** Создана экспериментальная установка с трансформируемой блочной архитектурой для физического моделирования адаптивного капиллярного модуля, разделитель газовой и жидкой фаз которого сформирован из ПСМ. Блоки установки позволили получить

новые сведения о физических процессах, протекающих в устройствах, особенностях их функционирования в составе модельной системы выработки жидкости. Например, изучен характер динамического гидравлического сопротивления податливой конструкции модулей, определены две характерные области их функционирования при медленных и высокоскоростных режимах течения жидкой фазы в лабораторных емкостях, проанализирована структура компоновки капиллярных модулей, исходя из условий функционирования системы выработки жидкости в условиях воздействия линейных ускорений и вибраций. Разработанная установка позволяет быстро приспосабливаться к меняющимся условиям применения, оперативно вносить изменения в ее архитектуру, что привело к существенному сокращению технологического времени и количества испытаний. Специальные блоки установки предназначены для определения основного механического параметра модуля — объемной жесткости (возможно оценивать его численные значения в газовой и жидкой фазах) и основной функциональной характеристики — капиллярной удерживающей способности [2]. Результаты исследований использованы при формировании валидационного базиса, на основе которого выполнена настройка компьютерных моделей динамических процессов в гидравлической системе [3].

**Заключение.** В результате выполненной работы предложена и реализована на практике структура специализированных инструментальных средств для опытного определения физических параметров в системе выработки жидкости, в которой применяются подвижные капиллярные устройства.

#### Список источников

- [1] Ivanov M.Yu., Resh G.F. Theoretical Justification of Experimental Investigation of Gravity-Capillary Method for Gas-Liquid Mixtures Intake. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1391, art. no. 012079. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1391/1/012079>
- [2] Багров В.В., Курпатенков А.В., Поляев В.М., Синцов А.Л., Сухоставец В.Ф. *Капиллярные системы отбора жидкости из баков космических летательных аппаратов*. Москва, УНПЦ «Энергомаш», 1997, 328 с.
- [3] Иванов М.Ю., Городнов А.О., Лаптев И.В., Сидоренко Н.Ю., Малахов А.С., Реш Г.Ф. Особенности математического моделирования и валидации компьютерной модели физических процессов в пористом сетчатом материале гидравлического фильтроэлемента. *Труды МАИ*, 2024, № 136, с. 1–24. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=180670&eng=N> (дата обращения 06.11.2025).