

Ремізова О. О., Лінчевський І. В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”,

Україна, 03056, м. Київ-56, Берестейський проспект, 37

olesiaremizova02@gmail.com; igorvl2009@gmail.com

РОЗВИТОК ЗНАНЬ ПРО ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ І РІДИН У БІОІНЖЕНЕРІЇ

Анотація. У роботі розглянуто практичне значення властивостей газів і рідин для біомедичної інженерії. Описано зв'язок між базовими фізичними явищами (в'язкість, тиск) та сучасними технологіями: штучними органами, мікрофлюїдикую та системами біобезпеки.

Ключові слова: в'язкість, гемодинаміка, мікрофлюїдика, біомедична інженерія, моделювання.

Abstract. The paper examines the practical significance of gas and liquid properties for biomedical engineering. It describes the connection between basic physical phenomena (viscosity, pressure) and modern technologies: artificial organs, microfluidics and biosafety systems.

Keywords: viscosity, hemodynamics, microfluidics, biomedical engineering, modeling.

Сучасна підготовка фахівців у галузі біомедичної інженерії ґрунтується на глибокому розумінні фундаментальних фізичних законів, серед яких особливе місце посідає розділ механіки, присвячений властивостям газів та рідин [1]. Згідно з навчальною програмою спеціальності «Біомедична інженерія», майбутні інженери повинні вміти застосовувати знання про властивості середовищ на рівні, необхідному для вирішення складних професійних завдань. Курс загальної фізики стає базою, без якої неможлива

успішна інженерна діяльність, забезпечуючи підґрунтя для розрахунку біомедичних систем [1].

Одним із центральних практичних елементів навчання є вивчення в'язкості рідин, зокрема за допомогою методу Стокса. Цей метод використовується як інструмент для опанування методології вимірювань і обробки результатів, що є важливим для дослідження властивостей біологічних речовин. Фізичний принцип методу, заснований на русі тіла у в'язкому середовищі під дією сили опору, знаходить пряме відображення в біомедицині при аналізі гемодинамічних параметрів кровообігу та вивченні в'язких властивостей крові [1]. Розуміння того, як поведуться неньютонівські рідини, дозволяє моделювати роботу серцево-судинної системи та проектувати штучні органи, наприклад, елементи штучного серця для підтримки гемодинаміки [2].

Особливого значення властивості рідин набувають у сфері мікрофлюїдики та розробки пристроїв типу «лабораторія на чіпі» (Lab-on-a-chip). Створення систем саморозділення плазми крові в мікроканалах вимагає врахування складних гідродинамічних сил, таких як вихровий ефект Діна, що безпосередньо залежить від швидкості потоку та числа Рейнольдса [2]. Також фізика рідин є ключовою при розробці систем адресної доставки ліків. Наночастинки, що транспортують терапевтичні сполуки, повинні долати слизові бар'єри шлунково-кишкового тракту, які за своєю структурою є в'язкими гелевими середовищами, що на 90–95% складаються з води [2]. Дизайн таких наноносіїв спрямований на мінімізацію взаємодії з муцином для забезпечення ефективної пермеації (проникнення) [2].

Важливими є також знання про властивості газів і рідин набувають у контексті біобезпеки. Управління біоризиками є дуже важливим для розвитку нашої країни, а інженерно-технічні дані є основою для прийняття експертних рішень [4]. У біоінженерії це критично для експлуатації шаф біологічної безпеки (ШББ) та підтримки «чистих зон» у лабораторіях. Сенсорні системи

моніторингу контролюють лінійну швидкість повітряних потоків (порядку 0,5 м/с) та диференціальний тиск на НЕРА-фільтрах класу Н14. Такий контроль дозволяє затримувати 99,995% часток і бактерій розміром від 0,3 мкм, забезпечуючи стерильність виробничих процесів та захист персоналу від біологічної небезпеки.

Сучасна методологія досліджень у цьому напрямку передбачає інтеграцію фізичних експериментів із чисельним моделюванням. Використання програмних комплексів, таких як ANSYS або COMSOL Multiphysics, дозволяє візуалізувати температурні поля та потоки рідин у тканинах під час медичних процедур, наприклад, при радіочастотній абляції [4]. Це надає можливість прогнозувати поведінку біотехнічних систем без необхідності проведення великої кількості дорогих випробувань *in vivo* [4]. Таким чином, знання фізики газів і рідин трансформуються з теоретичних положень у реальні інструменти створення інноваційних медичних технологій [2].

ЛІТЕРАТУРА ТА ДЖЕРЕЛА

- [1] Лінчевський І. В., Хіст В. В. Фізика : навч. посіб. для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за технічними спеціальностями. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 141 с. URL:<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/01b79106-663b-4f2b-8f11-ca4efbbc0837/content> .
- [2] Прокопович, І.В. & Манічева, Н.В. (2024). Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали III міжнародної науково-технічної конференції (Одеса, 08–10 травня 2024 р.) Одеса : Одеська політехніка ; Вінниця : ВНТУ, Galkin, A. (2025). Biosafety Management: Emphasis on Medicine, Pharmacy, and Biotechnology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 9(2), 2–3. URL:<https://doi.org/10.20535/ibb.2025.9.2.329014>.
- [3] Gryshchuk, B., & Shlykov V. (2024). Modelled temperature characteristics of human knee joint meniscus. *Modern technologies of biomedical engineering : materials III international. scientific and technical conference*, 194–196. Odessa : OPN.
- [4] Galkin, A. (2025). Biosafety management: emphasis on medicine, pharmacy, and biotechnology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 9(2), 2–3.