

ДИНАМИКА ТРУБОК С ЖИДКОСТЬЮ: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ,  
ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ, ВАРИАЦИОННЫЕ ИНТЕГРАТОРЫ

Вахтанг Путкарадзе

Факультет Математики и Статистики, Университет Альберты (Канада)

Гибкие трубки с текущей в них жидкостью, как правило, проявляют неустойчивость, если поток жидкости достаточно интенсивен. Эта неустойчивость существенна для различных инженерных задач и возникает во многих приложениях. В повседневной жизни она наблюдается, например, при поливе из гибкого шланга. Как легко убедиться на практике, сгибание шланга приводит к изменению внутреннего поперечного сечения, которое в свою очередь влияет на динамику течения. Кроме того, расширение стенок трубки под действием внутреннего давления приводит к дополнительному изменению поперечного сечения, этот эффект важен для биологических приложений, такие как течение в кровеносных сосудах.

В данном докладе излагается последовательная теория связанной динамики жидкости и трубки. Она основана на применении геометрически точной теории деформирования эластичных стержней с учётом движения идеальной жидкости и сохранения объёма жидкости в каждой точке трубки. Выводятся уравнения движения, показывающие существенное влияние изменения поперечного сечения на неустойчивость. Демонстрируются уравнения движения трубки с упругими стенками в случае сжимаемой и несжимаемой жидкости. Для сжимаемой жидкости выводятся уравнения Ранкина-Гюгонио для ударной волны внутри эластичной трубки, справедливые для произвольных деформаций трубки в пространстве. Приводятся результаты численных вычислений и некоторые точные решения.

Работа поддерживалась NSERC (National Science and Engineering Research Council of Canada) и Университетом Альберты.

*F. Gay-Balmaz and V. Putkaradze*, Exact geometric theory for flexible, fluid-conducting tubes, *Comptes Rendus Mecanique*, 342, pp. 79-84 (2014).

*F. Gay-Balmaz and V. Putkaradze*, On flexible tubes conveying fluid: geometric nonlinear theory, stability and dynamics, *J. Nonlinear Science*, 25, pp. 889-936 (2015).

*M. Chi, F. Gay-Balmaz, V. Putkaradze and P. Vorobieff*, Dynamics and control of flexible solar updraft towers, *Proc. Roy. Soc A*, 471, 20140539 (2014).

*F. Gay-Balmaz and V. Putkaradze*, Variational discretizations for the dynamics of fluid-conveying flexible tubes, *Comptes Rendus Mecanique*, 344, pp. 769-775 (2016)

*F. Gay-Balmaz, D. Georgievskii and V. Putkaradze*, Stability of Helical Tubes Conveying Fluid, *Journal of Fluids and Structures*, under consideration (2017).