

**Г. А. Шапошникова** (Москва, ВВАТ). **Использование осредненных уравнений для исследования стационарных течений в трубках с эластичными стенками.**

Система осредненных уравнений для описания течения вязкой несжимаемой жидкости в трубках с эластичными стенками, используемая во многих работах [1–6], получена в предположении, что характерный размер изменения параметров вдоль оси трубки много больше характерных поперечных размеров. Показано, что в этом приближении слагаемые, связанные с вкладом тензора вязких напряжений и кривизны меридиана поверхности, имеют порядок членов уравнений движения жидкостей, отброшенных в результате осреднения. Наиболее разумным представляется использование для связи разности наружного и внутреннего давлений с деформацией стенки простейшего соотношения, предложенного А. Н. Shapiro [6]. В докладе исследуются стационарные решения, допускаемые осредненной системой уравнений в отсутствие и при наличии внешних воздействий. Характерной особенностью стационарных течений в эластичных трубках является отсутствие прямой пропорциональной зависимости расхода жидкости и приложенной разности давлений. Имеют место режимы запирания потока, когда не существует стационарное решение для определенных граничных условий. В отсутствие внешнего воздействия возможны дозвуковые и сверхзвуковые режимы течения. Скорость звука может достигаться только на концах трубки. Имеется в виду скорость движения возмущений связанных с изменением поперечного сечения трубки, определяемая свойствами материала стенки и геометрическими параметрами трубки. Показано, что при наличии такого внешнего воздействия, как сила тяжести, существует стационарное решение, при котором происходит смена режима течения со сверхзвукового на дозвуковой внутри трубки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шапошникова Г. А. О влиянии профиля скорости на свойства осредненных по сечению уравнений в трубках с гибкими стенками. — Докл. РАН, 2014, т. 457, № 2, с. 175–178.
2. Ottesen J. T. Valveless pumping in a fluid-filled closed tube-system: one-dimensional theory with experimental validation. — J. Math. Biol, 2003, v. 40, № 4, p. 306–332.
3. Timmerman S., Ottesen J. T. Novel characteristics of valveless pumping. — Physics Fluids, 2009, v. 21, 053601.
4. Астраханцева Е. В., Гидаспов В. Ю., Ревизников Д. Л. Математическое моделирование гемодинамики крупных кровеносных сосудов. — Математическое моделирование. 2005, т. 17, № 8, с. 61–80.
5. Кудряшов Н. А., Синельщиков Д. И., Чернявский И. Л. Нелинейные эволюционные уравнения для описания возмущений в вязко-эластичной трубке. — Нелинейная динамика, 2008, т. 4, № 1, с. 69–86.
6. Olsen J. H., Shapiro A. H. Large-amplitude unsteady flow in liquid-filled elastic tubes. — J. Fluid Mech., 1967, v. 29, p. 513–528.