Исследование гидродинамического воздействия на колеблющегося пловца**Научный руководитель – Нуриев Артем Наилевич****Гумеров Наиль Нафисович***Студент (бакалавр)*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики
им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия*E-mail: gumerovnn@gmail.com*

Создание биомиметических систем в настоящее время является одной из наиболее перспективных отраслей исследования в области аэрогидродинамики. Первые работы по формированию тяги за счет пропульсивного колебательного движения тела начали появляться еще в прошлом веке [3]. За последние десятилетия были достигнуты первые успехи в области создания биомиметических движителей [1]. Такие системы должны кратно превосходить существующие аналоги в энергоэффективности, бесшумности и незаметности.

Рассматривается модель рыбоподобного пловца, представляющего собой балку с сечением в форме профиля NACA0012 с длиной L , шириной $b = 0.12L$ и высотой h . Пловец движется со средней скоростью U_{st} вдоль оси Ox декартовой системы координат. Кинематика движения пловца определяется законом колебаний

$$y(x, t) = \alpha A(x/L) \sin(2\pi(x/\lambda - ft)), 0 \leq x \leq L.$$

$A(x) = 1 + (x - 1)c_1 + (x^2 - 1)c_2$ определяет профиль колебаний. α — амплитуда колебаний кончика хвоста, λ — длина волны, f — частота колебаний. В данной работе положим $\alpha = 0.1L$, $\lambda = 1$, константы c_1 и c_2 определим как в случае скомбройдного движения: $c_1 = 0.825$, $c_2 = 1.625$.

Гидродинамика описывается уравнением Навье–Стокса и уравнением неразрывности в декартовой системе координат, движущейся поступательно с пловцом. В данной работе рассматриваются числа Рейнольдса до 70000. Это соответствует пловцу с характерной длиной 0.19 м и характерной частотой колебаний 2.5 Гц, движущемуся в воде со скоростью 0.37 м/с.

В рамках трехмерного моделирования были получены следующие результаты: получены зависимости коэффициента продольной силы C_D , коэффициента мощности C_P и показателей пропульсивной и квазипропульсивной эффективностей от частоты колебаний, найдена зависимость крейсерской скорости пловца от безразмерной частоты колебаний, показано хорошее совпадение результатов с экспериментальными [2], показано, что при увеличении высоты пловца основные гидродинамические показатели стремятся к показателям двумерной модели, выявлено, что основное различие в показателях между трехмерной и двумерной моделями вносят концевые эффекты у трехмерной модели пловца.

Источники и литература

- 1) Coe, M.; Gutschmidt, S. Cost of Transport is not the whole story // Ocean Engineering. — 2024. — Vol. 313 — id. 119332.
- 2) Gazzola, M.; Argentina, M.; Mahadevan, L. Scaling macroscopic aquatic locomotion // Nature Physics. — 2014. — Vol. 10. — P. 758–761.
- 3) Lighthill, M. J. Aquatic animal propulsion of high hydromechanical efficiency // Journal of Fluid Mechanics. — 1970. — Vol. 44, No. 2. — P. 265–301.