

## Режимы стационарного течения слоя вязкой жидкости по вращающемуся диску

Научный руководитель – Могилевский Евгений Ильич

*Ипатова Анна Алексеевна*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,  
Москва, Россия

*E-mail: anna-enni@yandex.ru*

Рассматривается задача о стационарном растекании жидкости по вращающемуся диску. Круглая осесимметричная струя падает с некоторой высоты в центр горизонтального диска, и жидкость растекается в радиальном направлении. Данное исследование имеет прикладное значение для задачи о нанесении покрытий методом центрифугирования.

Вблизи центра диска (внутренняя область) наблюдается течение тонкой пленки с большой радиальной скоростью, однако на некотором удалении от центра скорость резко падает, а толщина слоя возрастает. Поверхность, разделяющая две данные зоны называется гидравлическим прыжком.

Моделирование растекания жидкости по вращающемуся диску проведено в приближении мелкой воды, аналогично работе [2]. Главным отличием настоящей работы является учет центробежной силы и силы Кориолиса. Решения строятся во внутренней и внешней областях по отдельности, и “сшиваются” на прыжке при помощи законов сохранения [1].

При небольших скоростях вращения диска система уравнений имеет единственную особую точку типа фокус. С увеличением угловой скорости, ниже по течению появляется еще одна особая точка типа седло, а затем особая точка типа фокус трансформируется в особую точку типа узел. При последующем увеличении угловой скорости система уравнений «теряет» свои особые точки, и решение становится непрерывным, определенным при всех значениях радиуса. Гидравлический прыжок исчезает.

Была разработана численная схема, которая позволяет решать уравнения для любой из существующих конфигураций (нет особой точки; одна особая точка; две особые точки). На основании полученного решения была построена карта переходов между различными конфигурациями течения. В ходе расчетов было также установлено, что в окрестности прыжка нельзя пренебрегать ни одним из членов в уравнении движения (вязкими, гравитационными, инерционными). Одновременный учет всех факторов позволил уточнить результаты расчетов [3].

Главным практическим результатом данного исследования является тот факт, что, несмотря на отсутствие скачка и непрерывность решения во всей области при увеличении угловой скорости, толщина слоя по-прежнему достаточно резко (но уже гладким образом) изменяется на небольшом отрезке вдоль радиуса диска. Данный факт усложняет экспериментальное определение радиуса прыжка и проверку результатов расчетов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-51-00006).

### Источники и литература

- 1 Belanger, J.B. Notes sur l'hydraulique // Ecole Royale des Ponts et Chaussees, Paris, France, session 1841-1842, 1841.

- 2 Bohr, T., Dimon, P., and Putkaradze, V. Shallow-water approach to the circular hydraulic jumps // J. Fluid Mech. 254, p.635–648, 1993.
- 3 Wang, Y., Khayat, R. Impinging jet flow and hydraulic jump on a rotating disk. J. Fluid Mech., Vol. 839, P. 525-560. 2018.