

## ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТНОГО ТЕЧЕНИЯ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ДНЕ В ОДНОРОДНОЙ И ЛИНЕЙНО-СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ

Зацепин А.Г.<sup>1,2</sup>, Лысенко С.В.<sup>2</sup>, Руднев А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д.36, тел/ факс: +7 (499) 1246392/+7 (499) 1245983, [zatsepin@ocean.ru](mailto:zatsepin@ocean.ru).

<sup>2</sup>Московский физико-технический Институт 141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9, +7 (495) 408-68-69 [lanyshka95@yandex.ru](mailto:lanyshka95@yandex.ru), [rudnev@phystech.edu](mailto:rudnev@phystech.edu)

Results of laboratory experiments with constant volume two-dimensional gravity (density) current at horizontal bottom in the long tank filled by homogeneous or linearly-stratified fluid are presented. It is revealed that density stratification of the ambient fluid reduces the spreading distance of the density current along the tank bottom.

Распространение и опускание плотных вод по наклонному или горизонтальному океанскому дну является важным элементом водообмена шельфовой зоны, заливов, окраинных и внутренних бассейнов с открытым морем, а также вентиляции глубинных и придонных вод. Придонные плотностные (мутьевые) течения участвуют также в переносе осадочного вещества из береговой зоны моря в его глубинную часть.

В связи с очевидной сложностью исследования придонных плотностных течений в морских условиях существенное значение приобретают методы теоретического и лабораторного моделирования. С помощью этих методов удастся изучить физические закономерности явления и использовать их для интерпретации данных разрозненных и фрагментарных натуральных наблюдений, а также для количественной оценки характеристик природных плотностных течений.

Данная работа посвящена лабораторному исследованию закономерностей двумерного растекания фиксированного объема более плотной воды (далее – пятна) по гладкому горизонтальному дну в однородной и линейно-стратифицированной жидкости. Используя ранее созданную лабораторную установку, проведены опыты, в которых изменялись плотность (соленость), объем плотной воды и стратификация окружающих вод. В результате, для условий однородной по плотности окружающей пятно жидкости, удалось установить три стадии процесса

растекания пятна: разгонную, инерционную и вязкую. На каждой из этих стадий растекание характеризуется определенной степенной зависимостью длины пятна от времени и других определяющих параметров задачи (двумерного объема, или начальной площади пятна, редуцированного ускорения силы тяжести и вязкости жидкости). Кроме того, было показано, что наряду с вышеописанными тремя стадиями, можно выделить еще одну – «волновую», следующую непосредственно за разгонной стадией. На волновой стадии пятно распространяется с постоянной скоростью, характерной для солитона внутренней волны на мелкой воде. При уменьшении толщины пятна волновая стадия сменяется инерционной стадией, на которой лобовое сопротивление пятна (сопротивление формы) уравнивает движущую силу – горизонтальный градиент давления. В работе исследовалось влияние безразмерного параметра – относительной начальной высоты пятна  $H_1/H_0$ , (где  $H_1$  – начальная высота пятна, а  $H_0$  – высота слоя окружающей пятно жидкости) на закономерности растекания пятна. Выяснилось, что данный параметр влияет на длительность волновой стадии растекания пятна, но на инерционной и вязкой стадиях зависимости от этого параметра не наблюдается.

Опыты, выполненные в линейно-стратифицированной окружающей жидкости, подтвердили существование всех четырех стадий растекания, установленных для условий однородной окружающей жидкости. В этих опытах был установлен важный результат, заключающийся в том, что при прочих равных условиях, стратификация окружающей жидкости уменьшает дальность растекания пятна по горизонтальному дну. Физическая причина этого результата заключается в том, что при наличии стратификации в окружающей жидкости обтекание фронта (головы) пятна становится затруднительным, в результате чего перед пятном образуется толкаемый им стратифицированный водный клин. Этот клин образует присоединенную к пятну водную массу и увеличивает силу донного трения, убыстряющую переход от инерционной стадии растекания к вязкой, на которой скорость распространения пятна вдоль горизонтального дна резко уменьшается.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №17-05-00381.