

## КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ УЕДИНЕННЫХ ВОЛН С ПРЕПЯТСТВИЯМИ.

**Афанасьев К.Е. Стуколов С.В.**

*Кемеровский Государственный Университет,  
г. Кемерово, Россия*

Вопросам взаимодействия уединенных волн (солитонов) с препятствиями посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ в связи с важностью вопросов по определению воздействия этих волн на гидротехнические сооружения и акватории портов.

В данной работе исследуются задачи со свободными границами в полной нелинейной постановке. Большое внимание уделяется исследованию кинематических характеристик волны. Поведение волны в последние перед обрушением моменты времени является существенно нелинейным, что усложняет численное моделирование этого явления. Для решения задачи используется метод граничных элементов. Для описания траекторий частиц (точек) свободной границы применяется Лагранжев подход. При этом, интеграл Коши-Лагранжа и кинематическое условие записываются в виде обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Задача является нестационарной и для ее решения применяется метод Эйлера с автоматическим выбором шага по времени. Начальные условия (положение свободной границы и распределение потенциала на ней), описывающие уединенную волну, получены численно из решения нелинейной стационарной задачи. Работоспособность метода и достоверность получаемых результатов проверяются на тестовых расчетах.

Ниже рассматривается взаимодействие уединенных волн с препятствиями в виде полукругового цилиндрического выступа и в виде наклонной твердой стенки. Основными параметрами задачи являются: высота волны и радиус цилиндра или угол наклона твердой стенки.

1. Задача о накате волны на полукруговой цилиндрический выступ подробно описана в работе M.J. Cooker, D.H. Peregrine и др.(1990), в которой показано, что взаимодействие волны и цилиндра порождает различные волновые картины. Авторы провели классификацию волновых движений и определили 5 зон, соответствующих различным волновым режимам: В-Ц – волновая цепь; О-В – опрокидывание вперед; О-Н – опрокидывание назад; О-Г – обмен гребнями; Н-Т – неустойчивость Танаки. По данной задаче нами также проводились расчеты, независимо от выше указанной работы. После знакомства с приведенной в работе диаграммой было проведено детальное сопоставление результатов. Оказалось, что наши расчеты полностью вкладываются в предлагаемую волновую классификацию и хорошо ложатся на диаграмму, изображенную на рис.1.

2. В результате систематических расчетов задачи о накате солитона на наклонную стенку были также получены разнообразные формы возникающих течений и выявлены четыре зоны по типу опрокидывания в зависимости от угла наклона стенки (рис.2).

Первая зона (О-В) соответствует малым углам наклона стенки (пологое дно) и характеризуется тем, что волна опрокидывается вперед (по ходу движения в начальный момент времени) во время наката на берег.

Вторая зона (О-В-О) характеризуется тем, что волна опрокидывается по прежнему вперед, но во время отката от берега.

Третья зона (О-Н) характеризуется тем, что волна опрокидывается во время отката от берега, но в противоположном направлении относительно движения в начальный момент времени.

В диапазоне углов наклона стенки, близких к вертикальным, волна откатывается без опрокидывания, порождая за собой след из затухающих волн малой амплитуды (В-Ц).

Таким образом, в результате расчетов задачи о взаимодействии уединенных волн с полукруговым цилиндрическим выступом получены результаты, полностью согласующиеся с результатами работы [М.Ж. Cooker, Д.Н. Peregrine и др.(1990)], показана применимость выбранного метода для моделирования волновых задач с сильно нелинейными эффектами, а в результате расчетов задачи о накате солитона на наклонный берег выявлены четыре зоны волновых течений. Данное исследование проводилось в диапазоне амплитуд волн от 0,2 до 0,6 и в этом смысле не может претендовать на полную классификацию возникающих течений.

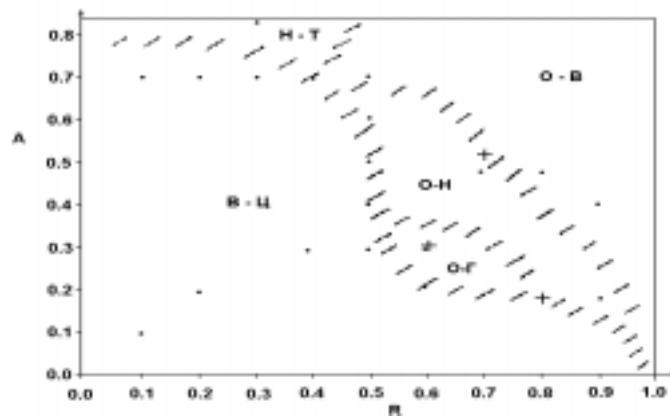


Рис. 1

Диаграмма волновых режимов при взаимодействии уединенной волны с полукруговым цилиндрическим препятствием.

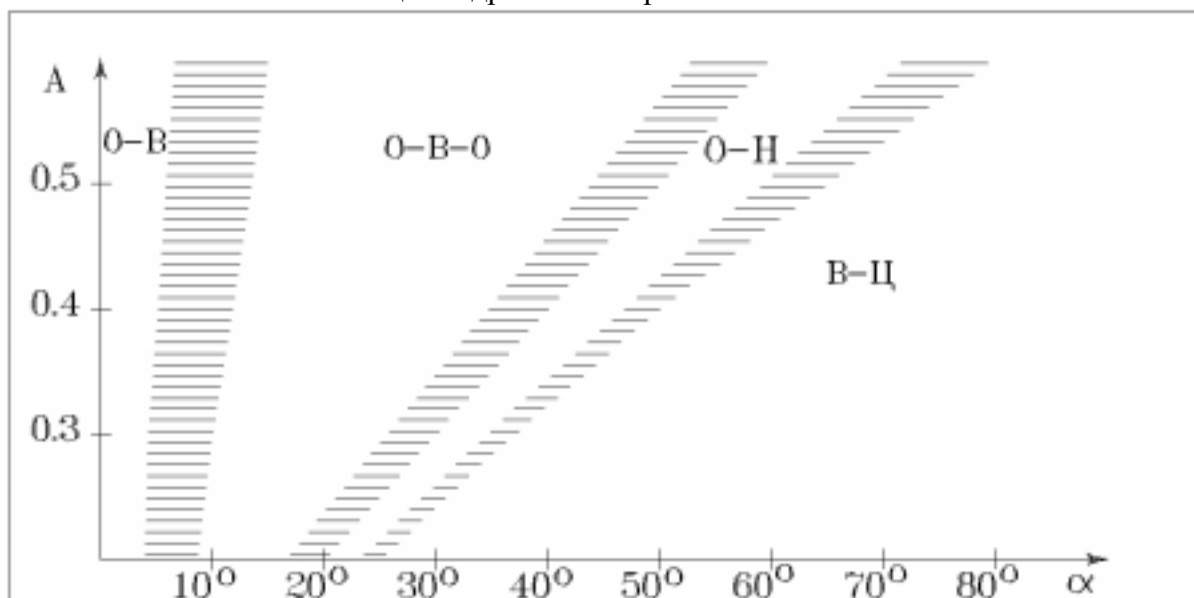


Рис.2

Диаграмма волновых режимов при взаимодействии уединенной волны с наклонной твердой стенкой.