

УДК 656.61.08

**Черенович Андрей Станиславович**<sup>1</sup>, старший преподаватель кафедры Судовождения  
e-mail: flot-zavoiko@mail.ru

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия.

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЯКОРЬ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

*Аннотация.* Данная статья содержит сведения о гидродинамическом якоре нового типа, который относится к области морского судоходства и может быть использован в спасательных шлюпках и маломерных судах – плавающих объектах.

*Ключевые слова:* спасательный плот, шлюпка, катер, судно, дрейф, снижение дрейфа, гидродинамический якорь.

Применяемые на практике плавучие якоря обладают существенным недостатком. Они работают в тех же слоях воды относительно судна, в которых орбитальное волновое движение жидкости практически не отличается от поверхностного, в котором находится судно [5]. При этом перемещение судна относительно взволнованной поверхности воды может быть значительным только при резонансных и околорезонансных явлениях, наступающих при сближении собственных частот качки судна и частот волнения, когда длина волны близка к длине судна. Если же длина маломерного судна (включая спасательные шлюпки и плоты) намного меньше длины волны, что характерно для морских условий, то относительное перемещение судна к волновому профилю невелико, хотя вертикальное перемещение судна вместе с волной относительно неподвижной системы координат может быть и значительным [4]. При этом эффективность указанных аналогов в качестве плавучего якоря или волнодвижителя так же невелика. В этом случае плавучие якоря способны оказывать пассивное сопротивление только ветровой составляющей дрейфа спасательных средств, несколько снижая скорость дрейфа, а указанный волнодвижитель и этой функции не выполняет [3].

Для совершения работы против сил дрейфа уже недостаточно оказания сопротивления дрейфу как пассивной (вторичной) силы, а необходимо формирование активной силы, направленной противоположно силе дрейфа [8]. Учитывая, что реальный конечный результат не может выполнить никакого энергетического преобразования со 100% КПД, в работу против сил дрейфа необходимо привлекать дополнительную энергию, источником которой может стать энергия волнения, а механизмом извлечения волновой энергии может стать качка спасательного средства [7]. Используя колебательные движения спасательного средства на волнении, нужно научиться генерировать активные гидродинамические силы и направить их навстречу силам дрейфа. Таким образом, техническая задача заключается в преобразовании качки спасательного средства в активную гидродинамическую силу.

На кафедре Судовождения СГУВТ были проведены работы по изготовлению и практическому испытанию гидродинамического якоря (ГДЯ) - плавучего якоря новой формы, [1]. Этот якорь снижает дрейф плота под воздействием ветра и волн, удерживая его близко к точке гибели судна (спуска плота на воду).

Техническая реализация указанной задачи решается изменением конструкции устройства. Устанавливается три продольных килевых пластины, между которыми

размещаются несущие поворотные крылья. Ограничение поворота крыльев выполняется таким образом, чтобы в рабочей фазе подъёма ГДЯ гидродинамическая нагрузка крыльев создавала составляющие, направленные вперёд (навстречу ветру). В фазе опускания ГДЯ ограничители должны позволять крыльям повернуться относительно горизонтальных осей и также создавать направленную вперёд нагрузку.



*Рисунок 1 - Гидродинамический якорь*

Гидродинамический якорь работает следующим образом.

На переднем склоне волны, перемещающейся с определённой фазовой скоростью, плавающий объект поднимается на некоторую высоту над неподвижной системой координат (например, над уровнем подошвы волны) и смещается по ходу волны от ветро-волнового воздействия. Гибкая связь натягивается и увлекает за собой натяжением раму, обеспечивая обтекание её потоком воды со определённой скоростью. Подводные крылья занимают рабочее положение, прижатые потоком воды к поперечным связям. На подводных крыльях, расположенных к потоку воды под некоторым углом атаки, возникает гидродинамическая сила, равнодействующая которой передаётся гибкой связи в виде натяжения. Это натяжение гибкой связи передаётся на плавающий объект, где горизонтальная составляющая натяжения препятствует ветро-волновому сносу плавающего объекта и обеспечивает ему стабилизацию позиционирования [6].

Вертикальная составляющая компенсируется плавучестью плавающего объекта (плота), уменьшая его килевую качку. Этот процесс – рабочий цикл – продолжается до подхода к плавающему объекту вершины волны.

После прохождения вершины волны плавающий объект оказывается на заднем склоне волны и его высота над уровнем неподвижной системы координат (например, подошвой волны) уменьшается. Натяжение гибкой связи ослабевает, гидродинамический якорь под собственным весом опускается. Гидродинамическая сила от изменившегося направления потока меняет направление, подводные крылья поворачиваются вокруг своих связей и занимают новое положение. Вертикальная составляющая гидродинамических сил уменьшает действие силы веса и снижает скорость погружения, а горизонтальная составляющая обеспечивает перемещение гидродинамического якоря навстречу движению волны, сохраняя его пространственное положение, необходимое для рабочего

цикла. Таким образом, гидродинамический якорь занимает исходное положение в нижних слоях воды перед приходом следующего переднего склона волны, после чего цикл преобразования энергии волны в работу против сил дрейфа плавающего объекта повторяется [2].

Указанный технический результат имеет социально-экономическую значимость. Площадь поиска спасательных средств от места их спуска на воду до места их обнаружения пропорциональна квадрату расстояния дрейфа, поэтому снижение дрейфа в  $n$  раз уменьшает площадь поиска в  $n^2$  раз. Это повышает эффективность поисково-спасательных операций Спасательно-Координационных Центров (СКЦ) и увеличивает вероятность выживания спасающихся людей на этих спасательных средствах. В этом состоит социально - экономический эффект и поставленная задача ГДЯ нового типа.

#### **Список литературы:**

1. Патент № 2751044 Российская Федерация, МПК В63Н 19/02 (2006.01), F03В 13/12 (2006.01). Гидродинамический якорь: № 2020132380: заявл. 29.09.2020: опубл. 07.07.2021 / Сичкарев В.И., Черенович А.С., Кузьмин В.В.; заявитель ФГБОУ ВО «СГУВТ». – Текст: непосредственный.
2. Экспериментальная проверка эффективности уменьшения дрейфа спасательных плотов якорем присоединённой массы / В.И.Сичкарев, В.В.Кузьмин, А.А.Рускин, И.А.Иванов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства, № 56/57, 2019. – С. 19 – 25.
3. Луговский В.В. Динамика моря. – Л.: Судостроение, 1976. – 200 с.
4. Маков Ю.Л. Качка судов. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – 321 с.
5. Учёт течений, генерируемых ветром, при плавании судов / Н.Д.Крюков, В.А.Шматков // Вестник ГУМРФ, 2015, вып. 3(31). – С. 23-29. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-3-23-29.
6. Лаппо Д.Д. Нагрузки и воздействие ветровых волн на гидротехнические сооружения / Д.Д.Лаппо, С.С.Стрекалов, В.К.Завьялов. – Л.: ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, 1990. – 431 с.
7. Короткин Я.И. Волновые нагрузки корпуса судна / Я.И.Короткин, О.Н.Рабинович, Д.М.Ростовцев. – Л.: Судостроение, 1987. – 236 с.
8. Ralph E. A. Wind-driven currents in the tropical / E. A. Ralph, P. P. Niiler // Journal of Physical Oceanography. - Т. 29 (9). - 1999. - P. 2121-2129.

## **HYDRODYNAMIC ANCHOR FOR RESCUE VEHICLES**

Andrey S. Cherenovich

*Abstract.* This article contains information about a hydrodynamic anchor of a new type, which belongs to the field of maritime navigation and can be used in lifeboats and small vessels – floating objects.

*Keywords:* life raft, dinghy, boat, vessel, drift, drift reduction, hydrodynamic anchor.