

УДК 614.818

СНИЖЕНИЕ ДРЕЙФА СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Познякова Екатерина Андреевна¹, аспирант

e-mail: e.a.shilnikova@nsawt.ru

Синицин Владислав Игоревич¹, аспирант

e-mail: v.i.sinitsin@nsawt.ru

Рослякова Оксана Вячеславовна¹, кандидат технических наук, доцент

e-mail: o.v.roslyakova@nsawt.ru

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

Аннотация. Статья посвящена актуальной задаче повышения эффективности спасательных операций по охране человеческой жизни на море с помощью максимального снижения дрейфа спасательных средств. Решение этого вопроса возможно конструктивными методами или комплектацией соответствующего снабжения самого спасательного средства. Для снижения дрейфа спасательных средств были разработаны и испытаны на кафедре Судовождения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта» инновационные средства, работающие, во-первых, на ином принципе действия по сравнению со штатным плавучим якорем парашютного типа, а во-вторых, в глубинных слоях воды, где волновое воздействие экспоненциально уменьшается по сравнению с поверхностными слоями, в которых работает штатный плавучий якорь.

Ключевые слова: дрейф, спасательное средство, безопасность, гидродинамический якорь.

REDUCING THE DRIFT OF RESCUE VEHICLES

Poznyakova Ekaterina Andreevna¹, Doctoral Student

e-mail: e.a.shilnikova@nsawt.ru

Sinitsin Vladislav Igorevich¹, Doctoral Student

e-mail: v.i.sinitsin@nsawt.ru

Roslyakova Olga Viasheslavovna¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: o.v.roslyakova@nsawt.ru

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article is devoted to the urgent task of increasing the effectiveness of rescue operations to protect human life at sea by maximizing the drift of rescue vehicles. The solution to this issue is possible by constructive methods or by completing the appropriate supply of the rescue vehicle itself. To reduce the drift of rescue vehicles, innovative means have been developed and tested at the Department of Navigation of the Siberian State University of Water Transport, working, firstly, on a different principle of operation compared to a standard floating parachute-type anchor, and secondly, in deep water layers, where the wave effect exponentially decreases compared to with surface layers in which a regular floating anchor operates.

Keywords: drift, rescue vehicle, safety, hydrodynamic anchor.

При угрозе гибели судна или при его затоплении экипаж использует спасательные средства (спасательные шлюпки и плоты) для сохранения жизни людей. Координаты места гибели судна различными радиотехническими средствами передаются в Спасательно-Координационный Центр, который организует поисковую операцию, начиная от полученных координат. Однако, течение, ветер и волнение сносят спасательные средства в довольно широком секторе углов. В результате ко времени прибытия поисковых судов/самолётов зона поиска, площадь которой пропорциональна квадрату дрейфа (сноса) спасательных средств, становится большой. Это приводит к увеличению времени поиска и к необходимости привлечения значительных сил и средств. В то же время увеличение продолжительности поиска отрицательно сказывается на выживаемости спасающихся.

Таким образом, актуальной задачей повышения эффективности спасательных операций является максимальное снижение дрейфа спасательных средств. Эта задача остаётся актуальной в настоящее время и до тех пор, пока актуальна проблема охраны человеческой жизни на море.

Плавающие якоря, применяемые на спасательных средствах, являются важной частью оборудования, обеспечивающей безопасность экипажа и пассажиров в случае аварии или крушения судна. Эти специальные якоря предназначены для обеспечения устойчивости и защиты плотов от сильных волн, ветра и течений в открытом море. Один из основных минусов плавучих якорей – это их зависимость от погодных условий. В случае сильного ветра или волнения, плавающие якоря могут потерять свою эффективность по удержанию судна на месте.

Указанные устройства работают в тех же слоях воды относительно судна, в которых орбитальное волновое движение жидкости практически не отличается от поверхностного, в котором находится судно. При этом перемещение судна относительно взволнованной поверхности воды может быть значительным только при резонансных и окологрезонансных 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. При этом эффективность указанных аналогов в качестве плавучего якоря или волнодвигателя также невелика. В этом случае плавающие якоря способны оказывать пассивное сопротивление только ветровой составляющей дрейфа спасательных средств, несколько снижая скорость дрейфа, а указанный волнодвигатель и этой функции не выполняет.

Поэтому в настоящее время остаётся актуальной задача снижения скорости дрейфа спасательных средств конструктивными методами или комплектацией соответствующего снабжения самого спасательного средства.

На кафедре Судовождения ФГБОУ ВО «Сибирского Государственного университета водного транспорта» были проведены работы по изготовлению и практическому испытанию гидродинамического якоря – плавучего устройства, формирующего активную гидродинамическую силу, совершающую работу против сил дрейфа спасательного средства. Этот якорь снижает дрейф плота под воздействием ветра и волн, удерживая его близко к точке гибели судна (спуска плота на воду). Научно-исследовательская часть работы должна обеспечить проектировщика надёжными методами расчёта инновационных якорей.



Объектом исследования является инновационное средство снижения дрейфа, а также ветроволновой дрейф спасательного плота, снабжённого штатным или инновационным средством снижения дрейфа.

Предметом исследования является инновационный гидродинамический якорь, его геометрия, конструкция, штатное или управляемое экипажем размещение на спасательном средстве, исследование его работы на волнении и при ветре. Проектирование оптимального средства снижения дрейфа.

Научная новизна предлагаемой темы статьи заключается в применении для снижения дрейфа спасательных средств инновационного средства, работающего, во-первых, на ином принципе действия по сравнению со штатным плавучим якорем парашютного типа, а во-вторых, в глубинных слоях воды, где волновое воздействие экспоненциально уменьшается по сравнению с поверхностными слоями, в которых работает штатный плавучий якорь.

Практическая значимость работы определяется достигнутым эффектом снижения дрейфа спасательного средства: снижается площадь поисковых работ, быстрее выполняется спасательная операция, снижается риск гибели людей, уменьшаются издержки и трудности выполнения поисковых операций.

Предлагаемое инновационное решение пригодно для установки в любые спасательные средства морских судов, авиации, спускаемых космических аппаратов.

Спасательное устройство представляет собой комплекс средств, предназначенных для спасения пассажиров и экипажа в аварийной ситуации. В состав спасательного устройства входят спасательные шлюпки, спасательные плоты, плавучие приборы и спасательные средства индивидуального пользования.

Требования, определяющие судовые спасательные устройства, указаны в следующих документах:

- Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74), глава III «Спасательные средства и устройства»;
- Международный кодекс по спасательным средствам (Кодекс LSA);
- Правила по оборудованию морских судов Российского морского регистра судоходства, часть II «Спасательные средства».

Классификация спасательных средств представлена на рисунке 1.

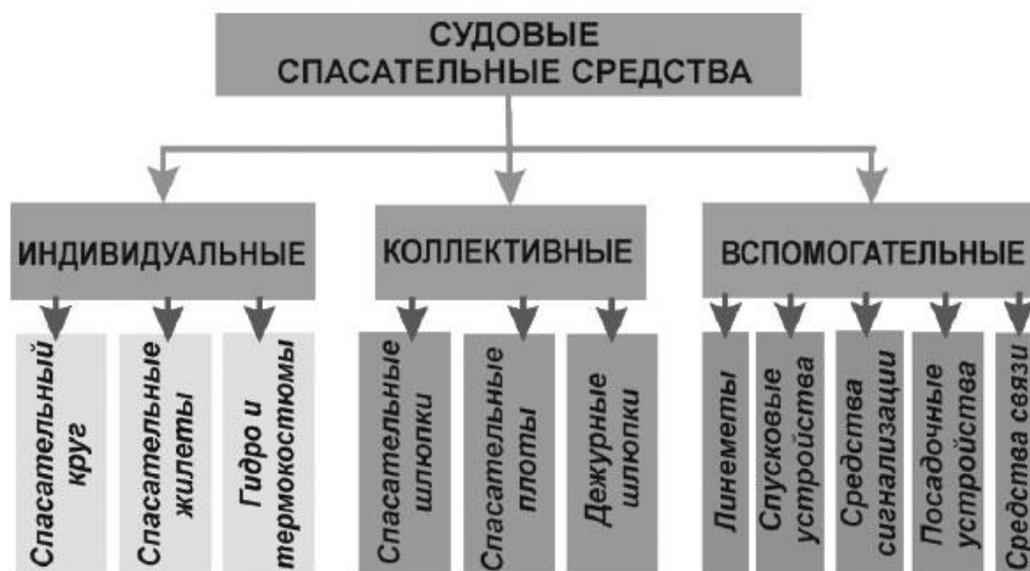


Рисунок 1 – Классификация судовых спасательных средств

Как видно из рисунка 1 спасательные средства делятся на индивидуальные, коллективные и вспомогательные.

Применение существующих спасательных средств имеет ряд особенностей:

– в общем случае спасательные шлюпки бортового расположения могут быть спущены только в управляемом режиме при отсутствии антикрена до 15°;

– надувные спасательные плоты могут быть применены в управляемом режиме при любой посадке судна, а также в автоматическом режиме при гибели судна;

– люди могут оказаться в воде как до момента гибели судна, так и в процессе его погружения;

– вероятность подачи сигнала бедствия средствами глобальной морской системы оповещения о бедствии и безопасности на судне высокая. Вероятность наличия на спасательных средствах аварийного радиобуя, транспондеров для обозначения текущего местоположения высокая при плановом оставлении судна и крайне низкая при использовании надувных спасательных средств с воды. В итоге Спасательно-Координационный Центр с наибольшей вероятностью располагает координатами места гибели судна, но не спасательных средств [1].

Спасательное средство находится одновременно в двух средах: в воде и в воздухе. Гидрометеорологическая обстановка в месте применения спасательных средств может быть самая различная. В воде может быть течение различной природы, а в атмосфере может быть ветер. В свою очередь, ветер через некоторое время формирует волнение, а также дрейфовое и ветровое течение. Таким образом, на спасательное средство в общем случае воздействует ветер, волнение, течение, причём в очень разных соотношениях как по скорости, так и по направлению. Это соотношение зависит от географического места (географическая широта, наличие берегов, островов, различие глубин, наличие приливных явлений), динамики атмосферных и гидрологических процессов и с течением времени не остаётся постоянным. Принято выделять следующие виды дрейфа:

– ветровой дрейф;

– ветро-волновой дрейф;

– снос течением, в том числе ветровым.

Таким образом, средство снижения дрейфа в идеальном случае должно эффективно предотвращать каждый вид дрейфа.

Существующие штатные средства снижения дрейфа (балластные карманы под днищем и подводные парашюты), оказывающие пассивное сопротивление внешнему воздействию, достаточно эффективно работают только при ветровом дрейфе.

В морских условиях наиболее характерное воздействие на спасательные средства оказывает смешанный ветро-волновой дрейф совместно с различными видами течения. Эти виды воздействия лежат в основе методов расчёта сноса спасательных средств в поисково-спасательных операциях. Следовательно, развитие средств снижения дрейфа необходимо вести в направлении предотвращения ветро-волнового дрейфа.

Одним из возможных путей предотвращения волнового дрейфа может стать использование энергии волнения для совершения работы против сил дрейфа. Для этого необходимо разработать устройства, генерирующие активные гидродинамические силы заданного направления, объектом приложения которых будет спасательное средство. Волновая энергия по своей природе является рассеянной, поэтому для создания необходимых гидродинамических сил волновую энергию необходимо концентрировать. В рассматриваемой задаче концентратором волновой энергии может служить само спасательное средство, преобразующее энергию волнения в энергию качки на волнении.

Спасательное средство испытывает различные виды качки, а место крепления средства снижения дрейфа совершает вертикальные колебательные перемещения с некоторой амплитудой и периодом. Скорость волновых вертикальных перемещений в воде экспоненциально уменьшается с глубиной. При погружении генератора активных гидродинамических сил (гидродинамического якоря) на тросе на некоторую глубину от спасательного средства, где скорость волновых колебаний воды меньше чем на



поверхности, его скорость относительно окружающих слоёв воды может оказаться достаточной для возникновения необходимых сил.

Основным устройством, способным создавать активные гидродинамические силы, является крыло. Техническая задача состоит в том, чтобы разработать крыльевую систему, способную эффективно (с позиций снижения ветро-волнового дрейфа) работать в знакопеременном потоке воды.

Разработка нового технического средства выполняется эвристическими методами на основе общего представления о гидродинамике крыльевой системы в потоке воды. Особенность гидродинамического якоря состоит в том, что необходимо разделять весь период его работы на два полупериода: полупериод подъёма на переднем склоне волны и полупериод опускания устройства на заднем склоне волны. Предложенные эвристические идеи прорабатываются в конструкторском плане и реализуются в виде физических моделей. Физические модели проходят испытание на работоспособность и эффективность.

Проверка работоспособности изготовленных моделей гидродинамических якорей производилась в бассейне ручным подъёмом и опусканием троса гидродинамического якоря, пропущенного через подвешенный блок. Данная проверка представлена на рисунке 2.

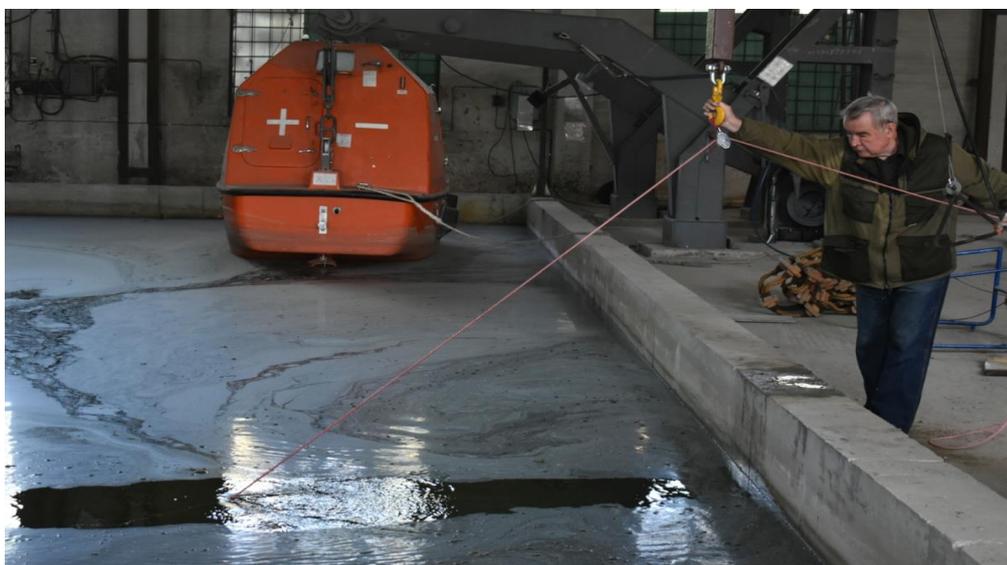


Рисунок 2 – Ручные испытания моделей в бассейне

На кафедре Судовождения ФГБОУ ВО «Сибирского Государственного университета водного транспорта» были проведены работы по изготовлению и практическому испытанию новых конструкций гидродинамических якорей, показавших на испытаниях лучшие результаты, а именно:

- быстрое погружение на величину амплитуды качки;
- быстрое включение в рабочий режим при подъёме;
- выдерживание стабильного направления вектора гидродинамической силы на ветер (условно задаваемое направление);
- величина и направление гидродинамической силы (оценивается по показаниям динамометра и перемещению или углу ухода гидродинамического якоря на ветер при подъёме);
- образование гидродинамической силы с направлением вектора на ветер при опускании гидродинамического якоря (оценивается по уходу гидродинамического якоря на ветер при опускании) средств [2].

Среди гидродинамических якорей выделено три направления: с твёрдотельными крыльями, с гидропарусом, ленточные гидродинамические якоря с сеточной основой и с

мягкооболочечными лентами. Все эти гидродинамические якоря содержат корпус из нескольких вертикальных пластин; эти гидродинамические якоря должны быть ориентированы в вертикальной плоскости ветрового дрейфа, для чего им необходимо устройство стабилизации направления; для размещения этих якорей в контейнере спасательного плота контейнер должен быть особой формы, обеспечивающей якорю освобождение раньше, чем будет полностью раскрыт надувной спасательный плот. Все эти необходимые элементы в конструктивном плане разработаны, получены патенты на изобретения.

Первая конструкция гидродинамического якоря – ленточный. Патент РФ № 2743456 от 01.06.2020 (рисунок 3).

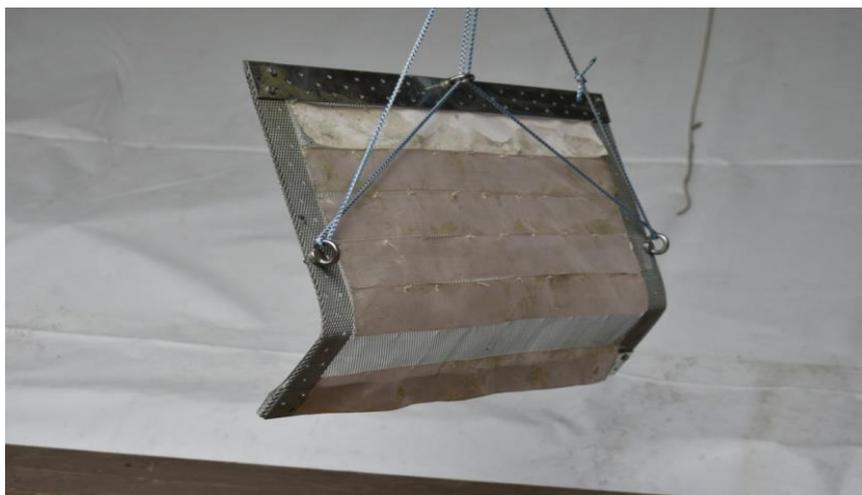


Рисунок 3 – Первая конструкция ленточного гидродинамического якоря

Рамные ленточные гидродинамические якоря – семейство моделей, содержащих плоскую раму, выполненную из металлических полос, на которую наложена и закреплена металлическая сетка. На сетку верхней кромкой пришиты ленточные полосы во всю ширину рамы вплотную друг к другу. В сборе эта конструкция представляет собой плоское крыло, всё внутреннее пространство рамы которого закрыто ленточными полосами. Дополнительно к основной раме может закрепляться предкрылок и закрылок, представляющие собой по конструкции аналог основной рамы, но меньшей высоты и с иным краем подшивки.

Работа ленточных гидродинамических якорей представляется следующим образом: на переднем склоне волны якорным линем устройство поднимается вверх. Лепестки, пришитые к сетке вдоль верхних кромок, прижимаются потоком воды к сетке, образуя сплошное закрытие площади рамы. Аналогично плоскому крылу на устройстве возникают гидродинамические силы, имеющие составляющие вектора, направленные навстречу движению волны. Эти составляющие вектора гидродинамических сил оказывают сопротивление дрейфу спасательного средства.

На заднем склоне волны устройство опускается, лепестки поднимаются потоком воды, проходящим сквозь сетку, и разворачиваются вдоль пришитой верхней кромки, оказывая минимальное сопротивление опусканию.

Ленточный гидродинамический якорь показал одни из лучших относительных результатов в натурном сопоставительном эксперименте 2020 года на Новосибирском водохранилище и по результатам испытаний в опытовом бассейне 2022 года.

Основной его недостаток заключается в низкой технологичности изготовления, большой трудоёмкости. Из технических недостатков необходимо отметить зависимость правильной самоукладки лент при смене холостого хода на рабочий от соотношения между шириной лент и жёсткостью ткани (материала) лент.

Найден технологический приём устранения этого недостатка путём заземления боковых кромок лент на подстилающей сетке. Это решение вкупе с другими отличительными признаками зафиксировано в поданной заявке на изобретение 2022 года. Для такого ленточного гидродинамического якоря математическая модель рабочего полупериода будет мало отличаться от твердотельного крыла.

Для него также актуально создание математической модели работы, а затем и теории его проектирования.

Вторая конструкция – крыльевой гидродинамический якорь (патент РФ №2751044 от 29.09.2020) (рисунок 4).

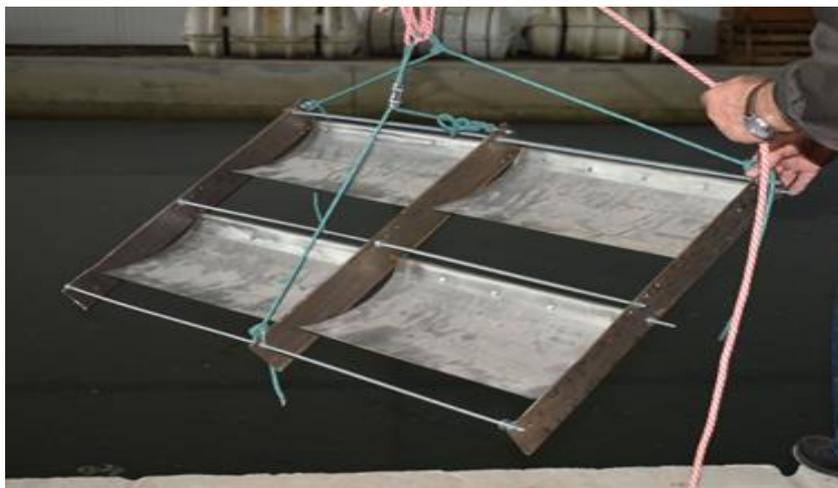


Рисунок 4 – Крыльевой гидродинамический якорь

Стабилизация позиционирования плавающего объекта достигается тем, что гидродинамический якорь, содержащий подводные крылья и соединенный с плавающим объектом, отличается тем, что имеет раму, содержащую центральный и два боковых киля, соединенных между собой двумя парами нижних и двумя верхними поперечными связями, на передние поперечные связи нижних пар установлены подводные крылья с возможностью ограниченного поворота вокруг этих связей, причем задние поперечные связи нижних пар ограничивают возможность поворота крыльев вниз, а верхние поперечные связи ограничивают возможность поворота крыльев вверх. Соединение рамы с плавающим объектом выполнено гибкой связью, закрепленной в двух точках на центральном киле с обеспечением необходимого угла атаки между гибкой связью и плоскостью рамы. Гибкая связь с боковыми килями соединена оттяжками.

Рама крыльевого гидродинамического якоря является конструктивным элементом, обеспечивающим основные габаритные размеры устройства, его прочность и жесткость, крепление подводных крыльев и необходимые углы их установки, погружение гидродинамического якоря под действием собственного веса в глубинные слои воды.

При правильно установленных ограничителях углов атаки подводные крылья обеспечивают возникновение гидродинамических сил, необходимых для выполнения основной функции гидродинамического якоря в рабочем цикле (при нахождении плавающего объекта на переднем склоне волны) и возврат рамы в глубинные слои воды с сохранением необходимого пространственного положения в подготовительном цикле (при нахождении плавающего объекта на заднем склоне волны).

Гибкая связь обеспечивает допустимое погружение рамы гидродинамического якоря в глубинные слои воды с иными волновыми амплитудно-фазовыми соотношениями сравнительно с плавающим объектом, а также передачу на плавающий объект гидродинамической нагрузки, возникающей на гидродинамическом якоря в рабочем цикле.

Крепление гибкой связи к раме гидродинамического якоря в двух точках центрального киля рамы обеспечивает свободу угловых перемещений крыльев в заданных пределах и расположение рамы относительно линии гибкой связи на необходимый угол атаки, который обеспечивает требуемый характер стабилизации позиционирования, то есть задает необходимое выдвижение плавающего объекта навстречу волнам.

Оттяжки боковых килей предупреждают нарушение фронтального расположения рамы в процессе работы гидродинамического якоря.

Ограничители поворота крыльев вниз обеспечивают такое положение крыльев в раме, при котором гидродинамические силы, возникающие на крыльях при подъеме рамы, приобретают необходимое направление для компенсации ветро-волнового дрейфа плавающего объекта.

Ограничители поворота крыльев вверх обеспечивают такое положение крыльев в раме, при котором гидродинамические силы, возникающие на крыльях при опускании рамы, приобретают необходимое направление для смещения гидродинамического якоря навстречу волнению с сохранением пространственного положения рамы.

На рисунке 5 показан общий вид плавающего объекта с гидродинамическим якорем. Как видно из рисунка гидродинамический якорь 1 соединен с плавающим объектом 2 гибкой связью 3 и погружен в нижние слои воды 4 собственным весом P .

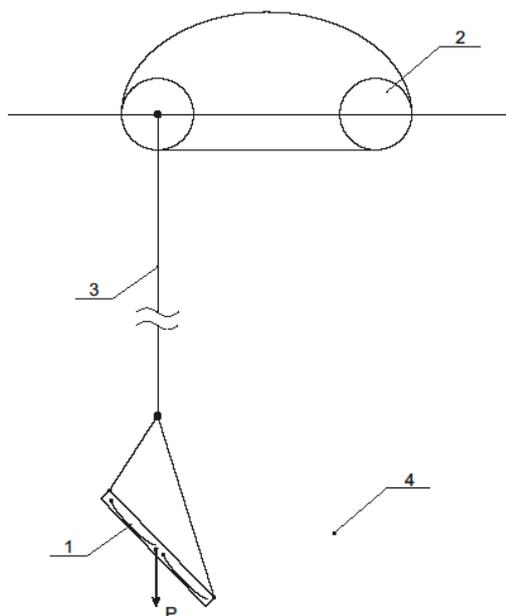


Рисунок 5 – Общий вид плавающего объекта с гидродинамическим якорем

На рисунке 6 показана схема элементов рамы. Гидродинамический якорь 1 имеет раму 5, фиг. 2, содержащую центральный 6 и два боковых 7 киля. Кили 6 и 7 соединены между собой двумя парами 8, 9 и 10, 11 нижних поперечных связей и двумя верхними поперечными связями 12, 13. На передних нижних поперечных связях 8, 10 установлены подводные крылья 14, 15, фиг. 3. Подводные крылья 14, 15 имеют возможность поворота до положения 16, 17 вокруг нижних поперечных связей 8, 10. Поворот крыльев до положения 14, 15 ограничивается нижними поперечными связями 9, 11. Поворот крыльев до положения 16, 17 ограничивается верхними поперечными связями 12, 13. Гибкая связь 3 закреплена в двух точках 18, 19 на центральном киле 6 с обеспечением угла атаки α между гибкой связью 3 и плоскостью рамы 5, фиг. 4. Гибкая связь 3 соединена оттяжками 20, 21 и боковыми килем 7.

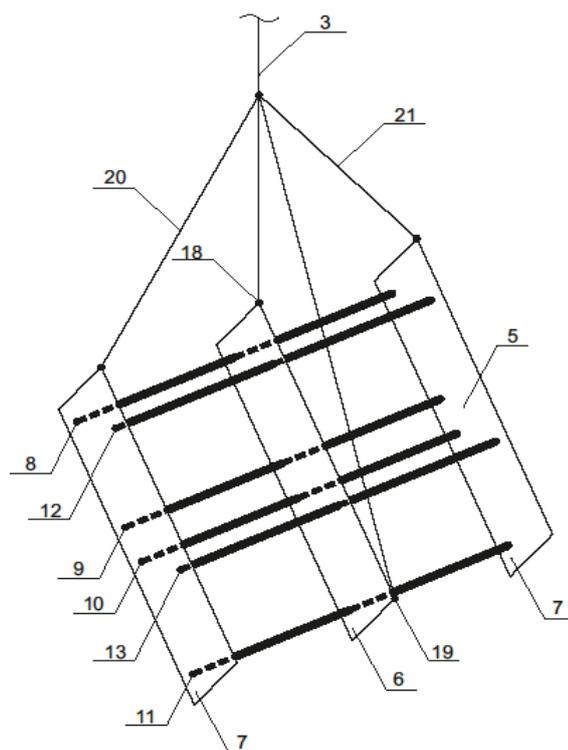


Рисунок 6 – Схема элементов рамы крыльевого гидродинамического якоря

В гидродинамическом якоря с твёрдотельными крыльями экспериментальным путём и гидродинамическими расчётами получены необходимые установочные параметры, часть которых оптимизирована, а в целом он доведён до уровня внедрения. Этот гидродинамический якорь в наибольшей степени пригоден для комплектации спасательных шлюпок, а также небольших промысловых судов (например, крабовых ботов) [3].

Однако, комплектация спасательных средств находится под контролем Российского морского регистра судоходства, который может рассматривать такие предложения только после проведения натурных испытаний в морских условиях под собственным контролем.



Рисунок 7 – Гидродинамический якорь с гидропарусом



Рисунок 8 – Модель гидропарусного гидродинамического якоря с продольными латами с аэродинамическим наполнением гидропарусов

Общий вид гидропарусной модели с продольными и поперечными латами.

Исследовательские работы с крыльевыми гидродинамическими якорями обозначили техническое противоречие:

- крылья должны быть большими по хорде, но лёгкими;
- крылья должны быть большими по хорде для увеличения гидродинамической силы, но большая хорда увеличивает гидродинамический люфт крыла, что не позволяет гидродинамическому якорю работать эффективно на небольшом волнении.

Поиск технического решения, устраняющего все технические противоречия, проводился со многими моделями якорей, в которых крыло заменялось гидропарусом, что обозначило причину названия этих моделей – гидропарусными гидродинамическими якорями.

В гидропарусных гидродинамических якорях с первых же моделей обнаружилась проблема расправления паруса потоком воды при смене фазы цикла.

Технический результат заявляемого изобретения состоит в замене твердотельных подводных крыльев гидродинамического якоря, на которых возникает гидродинамическая сила с горизонтальной составляющей, направленной против силы ветро-волнового дрейфа, на гидропаруса из мягкого материала, выполняющие ту же функцию, что и подводные крылья. Под действием потока воды гидропарус приобретает форму, подобную профилю подводного крыла, и на нём возникают гидродинамические силы, аналогичные подводному крылу. Однако, вследствие незначительно малой инерционности гидродинамический люфт гидропаруса определяется только его геометрическими размерами и легко регулируется конструктивными решениями под заданные параметры волнения. А форма гидропаруса автоматически изменяется на симметричную при смене направления водного потока в фазах подъёма и опускания гидродинамического якоря.

Возникновение потока воды и гидродинамических сил на гидропарусе происходит вследствие подъёма плавающего объекта на переднем склоне волны и передачи этого движения через гибкую связь на элементы гидродинамического якоря и на гидропарус. Размеры, расположение и взаимодействие этих элементов способствуют приобретению гидропарусом необходимой крылоподобной формы для возникновения на нём гидродинамических сил при движении устройства вверх и передачи этих сил через гибкую связь обратно плавающему объекту.

На заднем склоне волны плавающий объект опускается, натяжение гибкой связи ослабевает, а подводные элементы заявляемого устройства опускаются вначале под собственным весом и изменяют своё пространственное положение благодаря предусмотренным изменениям во взаимодействии элементов заявляемого устройства. При

опускании возникает водный поток другого направления, который поднимает полотнище гидропаруса в верхнее положение и изменяет форму его профиля на симметричную. При этом на гидропарусе возникает новая гидродинамическая сила, также имеющая горизонтальную составляющую, направленную против сил дрейфа. Под действием сил веса и новой гидродинамической силы гидродинамический якорь стремится не только опуститься, но и продвинуться навстречу дрейфу.

Снижение гидродинамического люфта гидродинамического якоря и образование нового несимметричного профиля крыла увеличивает его техническую эффективность по сравнению с прототипом.

В результате за период волны плавающий объект (например, спасательный плот, спасательная шлюпка, маломерное судно) позиционируются в среднем почти на постоянном месте или с незначительным дрейфом.

Гидродинамические якоря с гидропарусом оказались весьма перспективным направлением развития гидродинамических якорей: в бассейновых испытаниях развивают наибольшие значения гидродинамических сил; обладают большей простотой конструкции, что, однако, не делает их более приспособленными к комплектации с плотами из-за наличия твёрдотельного корпуса.

Эта проблема в общем виде решена созданием специального контейнера, который опробован на Новосибирском водохранилище. Проверки срабатывания в морских условиях контейнер не проходил, и эта задача остаётся актуальной.

Мягкооболочечный гидропарус требует иной расчётной схемы, иной математической модели, которые также ещё не разработаны. Создание математической модели работы гидропарусного гидродинамического якоря, а затем и теории его проектирования остаётся актуальной задачей.

Вывод. Гидродинамические якоря – устройства, формирующее активную гидродинамическую силу, совершающую работу против сил дрейфа спасательного средства. В результате применения гидродинамического якоря за период волны плавающий объект (например, спасательный плот, спасательная шлюпка, маломерное судно) позиционируются в среднем почти на постоянном месте или с незначительным дрейфом.

Указанный технический результат имеет социально-гуманитарную значимость в двух аспектах. Во-первых, 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 и увеличивает вероятность выживания спасающихся людей на этих спасательных средствах. В этом состоит социально - экономический эффект заявляемого изобретения.

Во-вторых, в тех случаях, когда спасательные плоты автоматически всплывают с затонувшего судна и не имеют никакой возможности предотвратить дрейф, снабжение плотов гидродинамическими якорями обеспечивает плотам практически постоянное позиционирование и находящиеся в воде люди имеют возможность подплыть к плоту и воспользоваться им для спасения. В этом состоит гуманитарная значимость гидродинамических якорей.

Список литературы:

1. Антонов, В.А. Теоретические основы управления судном: учебное пособие / В.А. Антонов, М.Н. Письменный. – 2-е изд. – Владивосток: Морской государственный университет им. адмирала Г.И., 2007. – 78 с.
2. Черенович, А.С. Гидродинамический якорь для спасательных средств / А.С. Черенович // Труды 2-го международного научно-промышленного форума «Транспорт.



Горизонты развития» (Нижний Новгород, 7 – 9 июня 2022 г.). 2022. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_50305471_60860879.pdf (дата обращения 17.04.2024)

3. Патент № 751 044 С1, МПК В63Н19/02 F03В13/12. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЯКОРЬ: № 2020132380: заявл. 29.09.2020: опубл. 07.07.2021 / В.И. Сичкарев, А.С. Черенович, В.В. Кузьмин.

