

УДК 531.7., 532.517/045

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МОРСКОГО  
ВОЛНЕНИЯ ДВИЖИТЕЛЯМИ СУДОВ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА НАНУ В.Т.ГРИНЧЕНКО

В.Н.ГЛУШКО

ИНСТИТУТ ГИДРОМЕХАНИКИ НАНУ

Киев 2017

## АННОТАЦИЯ

Волновой движитель, плавниковый движитель, упор, машущий движитель, колеблющееся крыло, гидродинамика, судно.

(Стр.157, Рис. 92, источники 136).

Объект исследований - энергия морского волнения (ЭМВ), волновые движители (ВД), колеблющееся крыло (КК) и системы их управления с точки зрения применения их на судах различного водоизмещения и назначения.

Цель работы - исследование возможности применения ВД на судах различного водоизмещения и назначения, оценка известных конструкций и схем ВД, выбор наиболее эффективной схемы ВД с точки зрения реализации им ЭМВ, повышение его эксплуатационной эффективности.

По известным (доступным) патентным источникам (Т.Л.Буланая, А.И.Белявцев) дан наиболее полный обзор (на данный момент) и проведен анализ конструкций волновых движителей с различными системами приводов, предложена наиболее выгодная схема волнового движителя для получения оптимальных значений тяги для движения судна. Автор благодарит В.П.Каяна за предоставленные материалы.

### Содержание

Введение.....	стр.3
Глава 1..Постановка задачи использования ЭМВ для движения судов.....	стр.3
Глава 2..Предыстория предложенных схем и конструкций судовых волновых движителей использующих энергию морского волнения.....	стр.5
Глава 3..Анализ конструкций и схем судовых волновых движителей с рабочими органами в виде пластин, крыльев (плавников) или крыльевых систем использующих энергию морского волнения.....	стр.9
Глава 4..Анализ конструкций и схем силовых установок с системами корпуса судна, использующих энергию морского волнения.....	стр.109
Глава 5..Анализ конструкций и схем силовых установок с поплавковыми системами использующих энергию морского волнения.....	стр.124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	стр.142
Цитируемая литература.....	стр.144

## ВВЕДЕНИЕ

В обзоре изложены результаты исследований относящиеся к движителям использующим энергию морского волнения.

В настоящее время запрос на дешевую первичную энергию значительно превышает предложение и в мире чувствительно ощущается ее нехватка. Это приводит к свертыванию ряда направлений в судостроении, оказывающихся несостоятельными перед лицом энергетических трудностей, а также к отказу от перспективных, но энергоемких технологий.

Наконец, существенные потребности в энергетическом топливе требуют обратиться к более рациональному использованию энергоносителей - угля, нефти, газа - чем их простое сжигание, невзирая на катастрофические последствия использования их для окружающей среды. К этому следует добавить, что при среднегодовых темпах прироста использования энергии (около 4%), мировые запасы нефти будут исчерпаны примерно за 50 лет, газа - за 60 лет и угля за 70-140 лет.

По оценке ученых запасы кинетической энергии волнения мирового океана оценивается в 2,7 млрд. кВт [1], что составляет около 30% потребляемой в мире электроэнергии. Утилизация этой энергии, дает возможность реализации природной энергии моря.

Самым значительным направлением в энергетике океана является появившаяся лишь несколько десятков лет назад волновая энергетика. Впечатляющей является сама идея получения энергии от морских волн, хотя эта возможность и не связана с каким-либо выдающимся изобретением знаменующим событие в технике. Она выступает как результат и выражение достаточно высокого мирового научного и технологического потенциала. И сегодня вопрос состоит не о принципиальной реализуемости волновых движителей, а о том, насколько их выполнение оправдано и увязано с необходимостью удовлетворения комплексов требований, среди которых собственно энергетические проблемы не являются самодовлеющими. Сюда относится в первую очередь все более отчетливо осознаваемая необходимость изменения структуры энергоносителей путем развития альтернативных (по отношению к нефти, газу и углю) источников энергии для уменьшения загрязнения среды и создания предпосылок внедрения альтернативных - рациональных технологий - ископаемому топливу. Появление и развитие волновой энергетике свидетельствует о ее способности стать одним из фрагментов сложной картины энергетике будущего.

Во введении определяется актуальность темы, формулируются основные задачи работы, в сжатом виде приводится анализ проблемы.

Главы 1-5 содержат постановку задачи, предысторию, обзор и анализ конструкций судовых волновых движителей, использующих энергию морского волнения.

В заключение приводятся основные результаты и выводы данной работы.

Глава 1. Постановка задачи использования ЭМВ для движения судов.

Экономия топлива играет первостепенную роль в народном хозяйстве, в частности в водном и морском транспорте.

Судно, расходующее топливо для работы двигателя, вынуждено принимать на борт большой запас топлива, перекрывающий потребности рейса, и двигаться, постоянно расходуя этот запас, имея вследствие этого увеличенное водоизмещение и затрачивая часть потребляемого топлива на собственную перевозку. Таким образом, всякий перерасход топлива сверх необходимой нормы входит в статью убытков дважды и всякая экономия топлива на судне имеет двойную норму.

По этим соображениям принято считать, что самый наибольший выигрыш в мощности при заданной скорости движения, или выигрыш скорости, при той же мощности машины оправдывает подчас немалые начальные затраты, произведенные при постройке судна на цели улучшения его пропульсивных качеств. Между тем судно, плавающее в океане или море, значительную часть своей деятельности проводит в условиях большего или меньшего волнения, представляющего не что иное, как одну из форм механической энергии, запас которой практически неисчерпаем.

Будучи окружено во время движения совершенно даровой энергией, судно воспринимает эту энергию как источник неудобства и вреда. Более того, чтобы избежать судно от воздействия этой энергии, прибегают к средствам (успокоителям качки) [2], требующим почти всегда дополнительного расходования судном собственной энергии из внутренних запасов.

Проблемой исключительной важности является разработка практических методов реализации энергии морского волнения (ЭМВ), с целью создания движущей силы. Несмотря на естественность такой постановки проблемы, мысли ученых и изобретателей были направлены главным образом в сторону использования ЭМВ в качестве успокоителей качки. Так как часть волновой энергии, воспринимаемая судном в естественных условиях, превращается в энергию движения самого судна, именуемого качкой, то можно заранее предположить, что отведение части этой энергии на цели увеличения хода судна будет означать уменьшение его качки и, следовательно, улучшение целого ряда важнейших условий



работы судна и повышение безопасности плавания.

Для того чтобы ориентировочно оценить размер тех энергетических ресурсов, с которыми в этом случае имеем дело, покажем на примере расчет мощности потока энергии, "подводимой" к судну в виде ЭМВ.

В работе академика АН УССР Г.Е.Павленко [3] предложен приблизительный расчет количественной оценки части ЭМВ, которую может утилизировать судно. Так для судна, имеющего  $L = 200$  м, находящегося на волне, длина которой равна  $L = 100$  м и амплитуда колебаний  $A = 3$  м, подсчитано количество энергии, протекающей через сечение, выделенное двумя вертикальными прямыми, проходящими через оконечности судна, предполагая, что оно стоит лагом к волне.

Искомая мощность составила около 75000 л.с.

Таким образом, мимо судна находящегося на волне, непрерывно течет поток энергии мощностью во много десятков тысяч кВт. Задача заключается в том, чтобы заставить эту энергию служить целям ходкости судна.

Совершенно очевидно, что не может быть и речи о том, чтобы передать судну весь этот колоссальный резерв ЭМВ. Не следует также думать, что с помощью простых средств удастся использовать хотя бы большую часть этого резерва.

Однако надо иметь в виду, что речь идет об источнике совершенно даровой энергии. И если коэффициент использования ЭМВ будет и не очень большим и если выигрыш в скорости или экономия мощности будет не очень велика, то полученная от ЭМВ (с помощью известных устройств) полезная работа может дать существенное приращение скорости судна или экономии топлива.

Необходимо только, чтобы устройства, использующие ЭМВ, не было слишком дорогими, сложными в управлении, чтобы их амортизация и эксплуатационные расходы не превысили приносимых выгод.

Рассмотрим более подробно, что происходит с "подтекающими" к судну запасами энергии, если судно имеет обычную конструкцию и не снабжено какими-либо специальными устройствами для использования ЭМВ.

Первая часть механической энергии волнообразования проходящая мимо корпуса судна, оттекает бесследно в форме волн уменьшенной интенсивности, уходящих с подветренного борта.

Вторая часть энергии отражается от судна и оттекает в виде волн уменьшенной интенсивности, идущих навстречу набегающим волнам от наветренного борта.

Третья часть энергии рассеивается при ударе волн о корпус судна и остается в виде энергии брызгообразования, завихрения и нагревания воды.

Наконец четвертая часть энергии идет на раскачивание судна и

аккумулируется им в виде механической энергии колебательного движения.

Каждая из этих частей может служить объектом ее улавливания. Наиболее перспективной представляется последняя часть, уже превращенная судном в энергию качки.

Необходимо иметь в виду, что аккумуляция энергии качки имеет свои ограничения, так как одновременно с накоплением ЭМВ происходит и ее рассеивание, вследствие возникновения сил сопротивления качке. Рассеивание энергии тем интенсивнее, чем больше размахи качки, поэтому предел раскачивания наступает тогда, когда среднее количество воспринимаемой корпусом энергии и рассеиваемой энергии в единицу времени станут равными. Отсюда, чем меньше сопротивление корпуса судна качке, тем большее количество энергии может вобрать оно в себя.

Поэтому, имея целью использование энергии качки с помощью специальных устройств, нужно стремиться к тому, чтобы корпус судна оказывал как можно меньшее сопротивление при качке, а главную роль в гашении размахов качки выполняло устройство использующее ЭМВ, другими словами, чтобы рассеивание энергии качки происходило путем ее утилизации через специальное устройство и возможно меньше путем непосредственной отдачи энергии корпусом воде.

Впервые в 1936 г. обратил внимание на эту проблему "пионер" в области использования энергии качки на волнении для движения судна, Г.Е.Павленко [3,4]. Он, в частности, произвел приближенную количественную оценку той части ЭМВ, которая может превращаться в энергию качки судна. По его расчетам в энергию качки может превратиться сравнительно небольшая часть ЭМВ, равная примерно 15%, что представляет собой весьма внушительную величину, а самое главное, эту энергию судно уже "держит в руках" и притом в форме механической энергии качки.

Глава 2. Предыстория предложенных схем и конструкций судовых волновых движителей использующих энергию морского волнения.

В этом обзоре дается некоторый анализ исследованиям, наблюдениям, изобретениям относящимся к предыстории использованию энергии морского волнения (ЭМВ).

Известна попытка Г.Линдона использовать ЭМВ в конце 19 столетия [8,10]. Он использовал гибкие пластины в качестве движителя как показано на рис.2.1 на двух лодках 13 футов (рис.2.1а) и 24 фута (рис.2.1б) длиной, названных им "акванавт". На второй лодке он установил флаг-флюгер и связал его с рулем направления, исходя из условия, что направление волны считается одинаковым с направлением ветра. На

указанных лодках он сумел при движении против ветра и волнения моря достичь скорости в 3 и 4 узла соответственно. К сожалению, тогда судостроители не обратили на этот факт внимания.

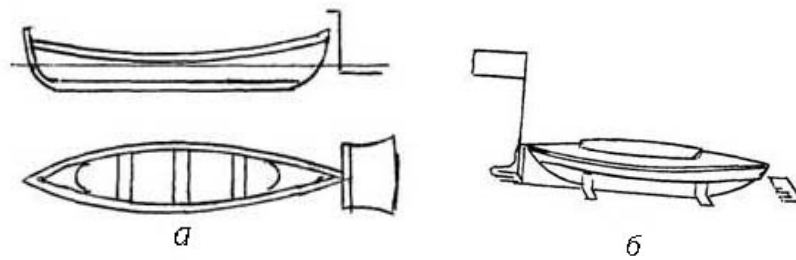


Рис. 2.1

В 1902 г. доктор медицины лейтенант флота России А.С.Боткин [8] сообщил рапортом бывшему тогда управляющим морским министерством академику Ф.К.Авелану о лодке, снабженной плавниками, которая без всяких иных приспособлений плавала по Неаполитанскому заливу, развивая при благоприятных обстоятельствах ход в 3 - 4 узла. Боткин предлагал использовать это приспособление для весьма малых подводных лодок.

По приказу адмирала Авелана, Боткин провел в опытовом бассейне некоторые предварительные испытания на моделях, после чего Боткин приспособил гибкие, в виде рыбьего хвоста, плавники к канадскому челноку и провел испытания его на озере Малоярви. Затем он построил деревянную полуподводную лодку, водоизмещением около 10 тонн, и приспособил к ней плавники.

Лодка, о которой сообщал Боткин, по-видимому, была похожа на лодку изображенную на рис.2.2 из американского патента [11]. Двигатель этой лодки представлял собой эластичные плавники (рис.2.2 поз.а) с жесткой передней кромкой и гибкой задней частью. При волнении под воздействием качки лодки (рис.2.2 поз.б) и вертикальных колебаний воды (рис.2.2 поз.в) плавники совершают колебательные движения, создавая тягу, которая движет лодку вперед.

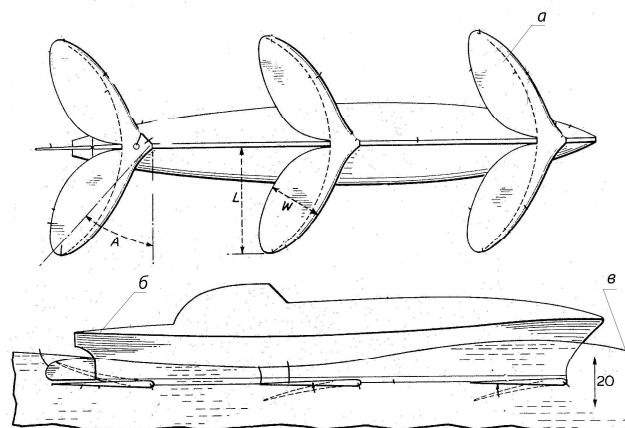


Рис.2.2

Пассивные плавники для уменьшения качки (с использованием тяги для движения) судов были предложены в 1936 г. Г.Е.Павленко [3,12]. Принцип действия такого плавника показан на рис.2.3.

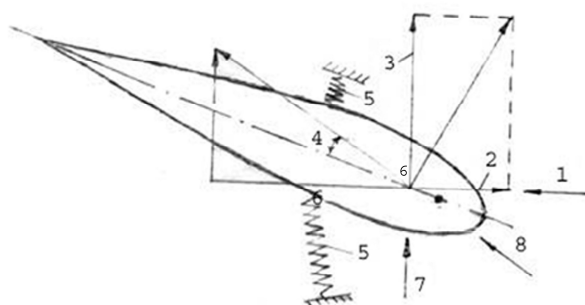


Рис.2.3

На рисунке обозначены: 1 - горизонтальная скорость воды, обусловленная ходом судна; 2 - толкающая сила; 3 - стабилизирующая сила; 4 - угол атаки; 5 - пружинные ограничители; 6 - ось баллера (где); 7 - вертикальная скорость воды, обусловленная качкой судна; 8 - набегающий поток.

Данные плавники не требуют наличия силовых приводов и благодаря действию пружинных ограничителей устанавливаются под некоторым углом атаки к набегающему потоку, создавая подъемную силу, которая может быть разложена на две составляющие. Вертикальная составляющая - противодействует качке, а горизонтальная способствует увеличению ходкости судна. Таким образом, «плавники Г.Е.Павленко» могут не только уменьшать качку, но и утилизировать ее энергию для увеличения ходкости судна.

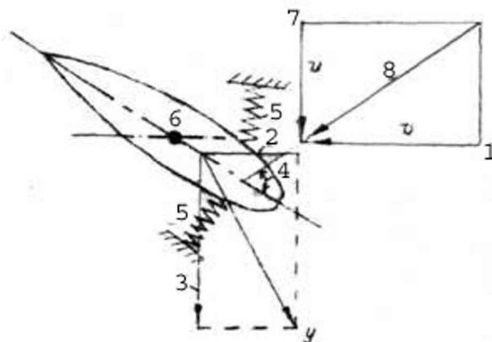


Рис.2.4

На рис.2.4 показана конструкция перекомпенсированного плавника: где 1 - скорость горизонтального потока от хода судна; 2 - толкающая

сила; 3- стабилизирующая сила; 4 - угол атаки; 5 - пружинные ограничители; 6 - ось баллера; 7 - вертикальная скорость воды от качки; 8 - набегающий на плавник поток.

В конструкции успокоитель качки судов в виде выдвижного горизонтального самоповорачивающегося руля, предложенных В.Т.Коврижных и Н.Н.Рудневым [6] (рис.2.5), Предлагаемое устройство устраняет указанные недостатки известных успокоительных рулей тем, что в нем, вместо гироскопических и инерционных приводов применены для возврата в среднее положение обычные пружины. На чертеже изображен руль с пластинчатой пружиной (а), тот же руль, но с торсионной пружиной (б), руль с пневматическим приводом (в) и руль со спиральными пружинами (г).

Пружинные ограничители устанавливаются в носовой части профиля, поэтому такой перекомпенсированный плавник поворачивается в направлении, противоположном повороту плавника Г.Е.Павленко (принцип Г.Е.Павленко), и устанавливается под определенным углом атаки. Изменение положения оси баллера существенно повышает эффективность плавника, но усложняет их конструкцию из-за необходимости применения пружин, жесткость которых должна изменяться в зависимости от скорости хода судна. В противном случае плавники при увеличении скорости хода будут прижаты к ограничителям и не только перестанут способствовать ходу судна и умерять качку, но увеличат сопротивление судна и вызовут нежелательный статический крен.

Успокоитель качки в виде выдвижного самоповорачивающегося руля состоит из пера руля 1, баллера 2, пружины 3, или пневматического цилиндра 4, с поршнем 5 и штоком 6, ограничителем угла поворота 7, расположенных снаружи корпуса судна или 8 внутри его.

Пружины могут размещаться внутри руля или вне корпуса руля. По первому варианту баллер 2 закрепляется в корпусе неподвижно, в остальных вариантах баллер пропускается внутри корпуса через сальниковый подшипник 9.

В нерабочем состоянии успокоительные рули убираются внутрь корпуса.

Действие успокоителей рулей основано на том, что во время качки судна под действием равнодействующей силы гидродинамического давления  $P$ , проходящей вдоль оси баллера, происходит отклонение руля в сторону увеличения угла атаки, при этом с увеличением угла атаки (до определенного предела) его подъемная сила увеличивается.

В момент изыскания угловой скорости судна возвращение руля в среднее положение производится с помощью пружин 3 или при помощи пневматики.

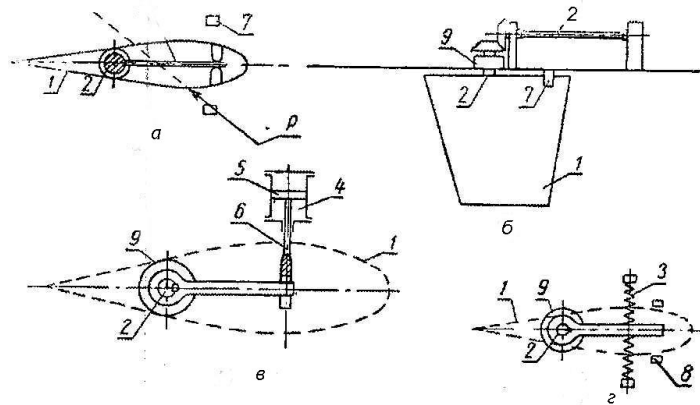


Рис.2.5

Предложение В.Т.Коврижных и Н.Н.Руднева является интересным по идее, и нуждаются в конструктивной дальнейшей разработке.

Испытания моделей ВД использующих ЭМВ проводилось также в Норвегии, в Тронхейме на модели лодки длиной 1.02м, при этом была зафиксирована скорость хода 1.75 узла [9]. Фирмой Norway's Wave Control Company выполнялись также натурные испытания на шлюпке длиной 7.5м, которая оборудовалась двумя и четырьмя крыльями, каждое площадью 0.5м. Максимальная скорость хода, полученная при испытаниях, составляла 6 узлов.

Ниже приводится анализ изобретений по авторским свидетельствам и патентам СССР, РФ, а также патентам Великобритании, США, Франции, Германии, ЕПВ, РСТ и Японии, описывающих устройство как самого волнового движителя (ВД) и его отдельных частей, так и разнообразных конструкций, использующих ЭМВ.

Обзор начинается с 1935 года, следует отметить также, что именно в последние годы возрос интерес к ВД и появилось основное количество изобретений и патентов. До середины 70-х годов такие изобретения появлялись редко, часть из них была описана выше.

Существующие предложения и технические решения по реализации ЭМВ можно условно [8] поделить на три группы:

Глава 3. Конструкции судовых волновых движителей в виде пластин, крыльев, плавников или крыльевых систем использующих ЭМВ.

Глава 4. Конструкции силовых установок с системами корпуса судна использующего ЭМВ.

Глава 5. Конструкции силовых установок с поплавковыми системами использующими ЭМВ.

Глава 3. Анализ некоторых конструкций и схем судовых волновых движителей с рабочими органами в виде пластин, крыльев (плавников) или крыльевых систем использующих энергию морского волнения

В качестве рабочего органа в ВД используется жесткая или гибкая пластина (тонкая плоская или с симметричным профилем) различной формы в плане, совершающая угловые и поступательные колебания под воздействием ЭМВ или качки судна, конструкция самой лопасти патентуется редко.

Наиболее перспективными являются, по-нашему мнению, волновые движители крыльевого типа. Принцип работы такого движителя [8] рассмотрим на примере установки, показанной на рис.3.1.

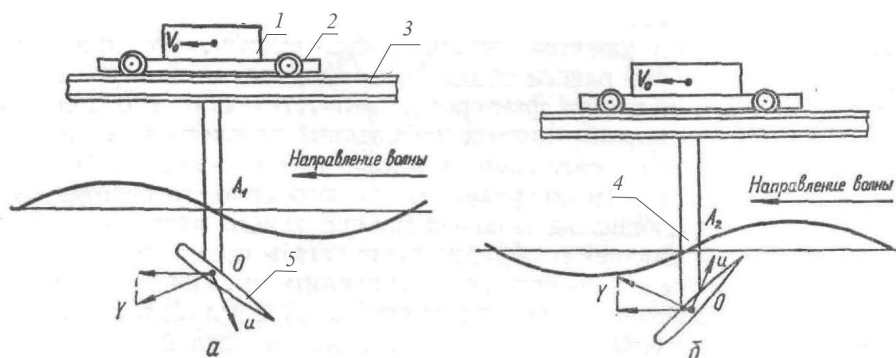


Рис. 3.1

Она состоит из рельсов 3, неподвижно закрепленных над взволнованной поверхности моря (например на сваях), по которым может перемещаться тележка 2 с грузом 1. На нижнем конце кронштейна 4, закрепленного на тележке, установлено подвижное крыло 5 с симметричным профилем, которое может поворачиваться вокруг горизонтальной оси.

Будем считать, что движение частиц воды происходит в морской волне по круговым орбитам в вертикальной плоскости. Пусть в точке  $A_1$  вектор скорости  $U$  частиц воды направлен вертикально вниз (рис. 3.1а,б). Повернем крыло вокруг горизонтальной оси носовой кромкой вверх и установим его под некоторым углом атаки к вектору скорости  $U$ . На крыле возникает подъемная сила  $Y$ , в этом случае направлена справа налево. Эта сила волновая тяга - потянет тележку влево. Силу гидродинамического сопротивления крыла, которая существенно меньше подъемной силы  $Y$ , для упрощения рассмотрения во внимание принимать не будем.

В точке  $A_2$ , которая сдвинута относительно точки  $A_1$  на половину длины волны и находится на восходящем склоне гребня, вектор скорости орбитального движения частиц воды в волне оказывается направлен вертикально вверх. Если повернуть крыло носовой кромкой вниз и установить его с углом атаки к вектору скорости  $U$ , то на нем возникнет подъемная сила  $Y$ , которая направлена также влево, то есть по ходу направления движения тележки, которое она получила в первом случае.

Таким образом, используя вертикальные перемещения частиц воды при их орбитальном движении, можно получить на крыле переменную

тягу, движущую тележку (или в общем случае судно) в заданном направлении. Необходимо только ориентировать переднюю кромку крыла навстречу вертикальной составляющей скорости движения частиц воды под некоторым углом атаки и в направлении движения тележки.

При горизонтальном направлении вектора скорости орбитального движения воды и установке крыла в плоскости потока подъемная сила на крыле не возникает, а тяга равна нулю.

В описанном движителе крыльевого типа происходит преобразование кинетической энергии орбитального движения воды в волне непосредственно в тягу, а значит, такие движители имеют более высокий КПД $_{\varphi}$ , чем движители конструкции корпуса судна или движители с поплавковыми системами, которые будут рассмотрены ниже. Так как скорости орбитального движения воды в волне достигают максимума вблизи поверхности и уменьшаются с глубиной [7,8], то наиболее эффективными оказываются крылья (плавники), расположенные с небольшим заглублением.

Однако в отличие от тележки судно на ходу не может опираться на неподвижно закрепленные рельсы и поэтому при волнении подвергается качке, при которой оно перемещается вместе с крыльевым профилем [8]. В результате происходит уменьшение вертикальной составляющей скорости воды, натекающей на крыло (в определенных условиях она может снизиться до нуля), а, следовательно, уменьшается и волновая тяга движителя. Поэтому описанный выше способ окажется эффективным прежде всего на судах и плавсредствах мало подверженных качке (суда с малой площадью ватерлинии, имеющие достаточно заглубленные корпуса, супертанкеры, полупогружные суда и т.д.).

На обычных судах, которые в значительной степени подвергаются качке, целесообразно использовать не кинетическую энергию орбитального движения воды, а энергию качки судна - кинетическую энергию колебательного движения судна относительно воды. В этом случае судно передает энергию качки подводному крылу (движителю), на котором эта энергия преобразуется в тягу.

Конструктивно такой движитель может быть выполнен в виде подводного крыла, закрепленного на подпружиненном относительно корпуса кронштейне (рис.3.2) [12].

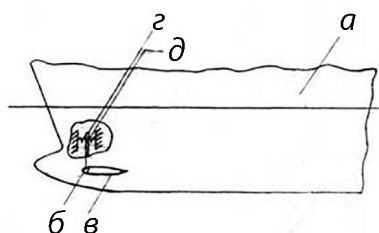


Рис. 3.2



На рис.3.2 показаны: а - судно; г - вал; б - кронштейн; в - подводное крыло не балансирного типа; д - пружина. При показанном на эскизе расположении крыла в оно будет работать в мало возмущенных слоях воды, т.е. там, где скорость орбитального движения воды при волнении незначительна.

Во время движения судна под действием горизонтального набегающего потока, потоков от поперечной и продольной качки крыло отклонится от горизонтального положения и будет стремиться встать во флюгерное положение. Однако пружины, сжимаясь, будут препятствовать этому. В результате крыло займет некоторое промежуточное положение под некоторым углом атаки к набегающему потоку. На крыле возникнет направленная наклонно вперед подъемная сила.

Пропульсивный КПД<sub>φ</sub> этого движителя оказывается ниже, чем движителя крыльцевого типа, использующего непосредственно энергию орбитального движения воды при волнении, поскольку до 85% ЭМВ теряется на ее преобразовании в энергию качки судна [2,8,9].

В приведенном выше примере установка крыла под нужным углом атаки к набегающему потоку происходит автоматически при помощи пружин. В конструкциях Эйнара Якобсена [13 - 20] волновые движители для судов используют тот же принцип подпружинивания крыла, который предложен Г.Е.Павленко. Целью создания этих устройств является повышение эффективности использования набегающих на судно волн с помощью силовых элементов в виде пружин или гидроцилиндров, возвращающих крыло в исходное положение при нулевой поперечной скорости потока. На рис.3.3 показан предлагаемый движитель в вариантах с гибкой лопастью (рис.3.3а), с пружинными элементами (рис.3.3б,г) а также в вариантах с силовыми элементами в виде гидравлических цилиндров (рис.3.3в,д).

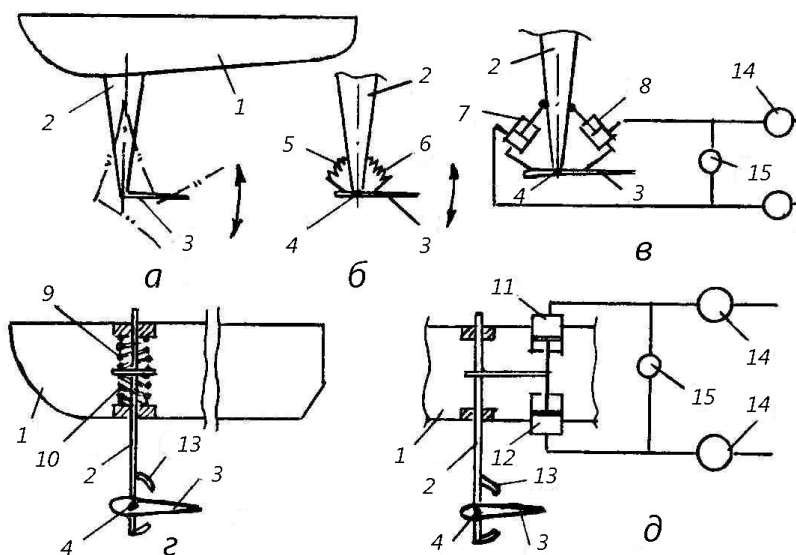


Рис.3.3

К днищу корпуса судна 1 (рис.3.3а) жестко прикреплена поддерживающая стойка 2, на нижнем конце которой жестко установлен рабочий орган, выполненный в виде пластины или гибкого крыла 3, жестко соединенного с нижней частью стойки 2 с возможностью осуществления совместных качательных колебаний во время движения судна на волнении моря. Недостатком такого устройства является сравнительно низкая эффективность рабочего органа из-за отсутствия демпфирования или подпружинивания качательных колебаний крыла.

В варианте на рис.3.3б показана поддерживающая стойка 2, на нижнем конце которой установлен рабочий орган, выполненный в виде крыла 3, способного совершать качательные колебания относительно упомянутой стойки на шарнире 4. К крылу 3 жестко прикреплены рычаги которые связаны с пружинами 5 и 6 силовых элементов, прикрепленных к стойке 2.

Под действием набегающих на судно 1 волн корпус судна и стойка 2 совершают колебания, при этом под действием периодических гидродинамических сил крыло 3 совершает колебания относительно стойки 2, причем на нем создается тяговое усилие, воспринимаемое стойкой 2. Когда судно достигает вершины или впадины волны, крыло 3 под действием пружин 5 и 6 стремится встать в нейтральное положение.

В варианте, показанном на рис.3.3г, к корпусу судна 1 крепится стойка 2, на нижнем конце которой установлена горизонтальная пластина (либо крыло) 3, связанная в передней части (относительно направления движения) шарниром 4 со стойкой 2. На стойке 2 расположены рычаги - упоры 13 для ограничения колебательного движения пластины 3. На корпусе судна имеются также пружинные устройства 9 и 10, для того чтобы соединение стойки с корпусом 2 была упругим.

Когда корпус судна 1 при волнении моря начинает колебаться, с ним вместе колеблется и стойка 2, которая вызывает колебание пластины 3, которая под действием гидродинамических сил будет колебаться с ограничением перемещений упорами 13. Последние будут передавать вертикальное усилие от крыла через стойку 2 на пружинные устройства 9 и 10, ограничивающие колебательное движение стойки 2 и пластины 3, которая становится как бы упругой относительно этого вертикального движения.

На рис.3.3в,д показана аналогичная конструкция, но вместо пружинных устройств, как на рис.3.3б,г, здесь установлены гидроцилиндры 7, 8 и 11, 12 (создающие во время работы упругость системы стойка - пластина), штоки которых шарнирно закреплены на стойке 2. Цилиндры 7, 8 и 11, 12 с помощью трубопроводов соединены с насосами 15, а также с гидропневмоаккумуляторами 14.

Под действием набегающих на судно 1 волн и колебаний корпуса и стойки, крыло 3 будет циклически перемещаться с ограничениями,

заданными упорами 13, при этом упоры 13, в свою очередь, через стойку 2 или напрямую (рис.3.3в,д), будут передавать усилие гидроцилиндрам 7, 8 или 11, 12, которые демпфируют перемещение крыла 3. Когда судно достигает вершины или впадины волны, крыло под действием демпфирующих усилий гидроцилиндров 7, 8 или 11, 12 устанавливается в нейтральное положение.

Данное устройство позволяет крылу отклоняться только на строго заданный угол. Этот движитель может работать, используя одновременно (или порознь) ЭМВ и энергию судового двигателя. Такие движители могут успешно применяться на морских и озерных судах в целях экономии топлива и увеличения дальности плавания.

Известен ряд выполненных самостоятельно и с соавторами изобретений Ю.Ф.Сенькина [21-31], в которых предлагаются различные схемы ВД, в частности двухкрыльевая схема ВД, а также устройство с тяговым крылом, которое под действием набегающего потока может изменять форму профиля, становясь выпукло - вогнутым, в ту или иную сторону, в зависимости от направления набегающего потока.

Предлагаемый двухкрыльевой волновой движитель [21] (рис.3.4) имеет вспомогательное крыло, являющееся управляющим и работающим во флюгерном режиме. Оно служит для установки главного (тягового) крыла под нужным углом атаки.

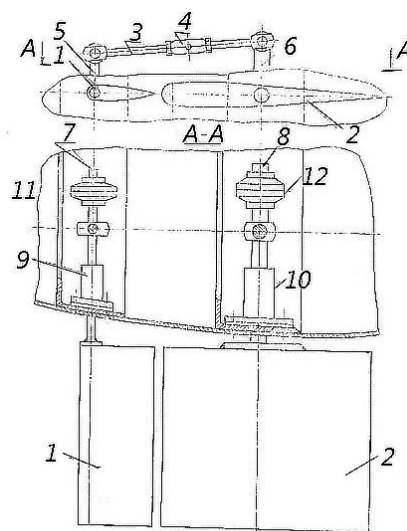


Рис.3.4

На рис.3.4 схематически изображен описываемый движитель

Судовой ВД включает управляющее судовое крыло 1 небалансирного типа, тяговое кормовое крыло 2 балансирного типа и тягу 3 с устройством 4, для регулировки длины тяги 3, рычаги 5 и 6, валы 7 и 8, подшипники 9 и 10 с гермоуплотнением и радиально - осевые подшипники

11 и 12.

Работа движителя осуществляется следующим образом (рис.3.4).

При изменении направления движения жидкости в волне, крыло 1, работая во флюгерном режиме, поворачивается и устанавливается вдоль потока. Через вал 7, рычаг 5, тягу 3, рычаг 6 и вал 8 поворот передается крылу 2. Вследствие разности длин рычагов поворот крыла 2 осуществляется на угол меньший, чем угол поворота крыла 1, благодаря чему крыло 2 устанавливается с некоторым углом атаки к набегающему потоку и на нем возникает подъемная сила.

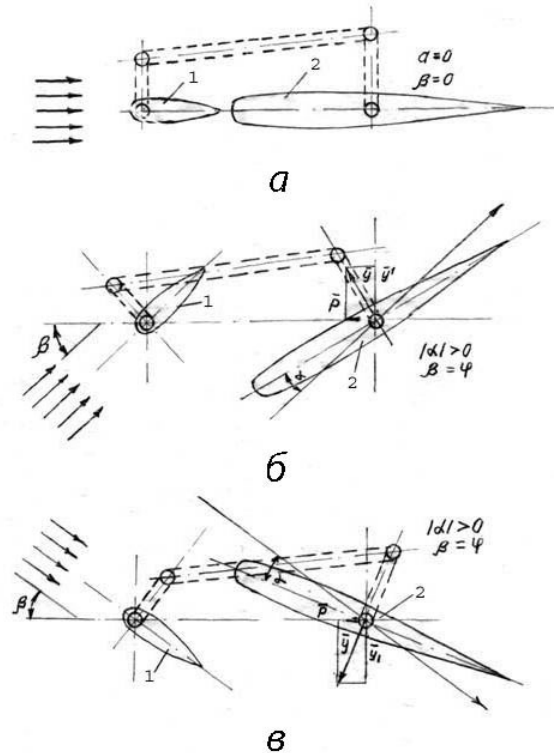


Рис.3.4

В варианте, изображенном на рис.3.4б, подъемная сила направлена вперед и вверх, а в варианте на рис.3.4в - вперед и вниз, т.е. горизонтальная составляющая в обоих случаях направлена вперед. При угле  $\alpha = 0$  (см. рис.3.4а) сила  $F = 0$ .

В судовом волновом движителе [22] 1131770 тяговое крыло выполнено таким образом, что под действием набегающего потока оно будет изменять форму профиля, становясь выпукло - вогнутым в ту или иную сторону в зависимости от направления набегающего потока, то пропульсивный КПД $_{\varphi}$  такого движителя существенно повысится. Вариант конструкции такого движителя показан на рис.3.5 22,70.

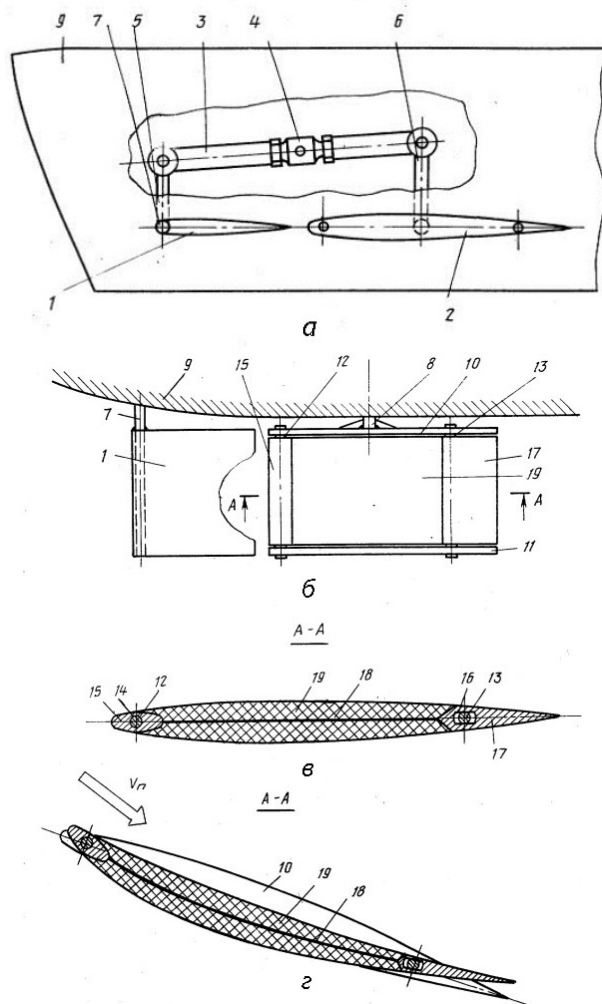


Рис. 3.5

На рис.3.5а - изображен судовой волновой движитель, установленный в подводной носовой части корпуса судна часть судового ВД, на рис.3.5б - разрез А - А рис.3.5а; на рис.3.5в - разрез А - А рис.3.5 в рабочем положении при обтекании потоком воды спереди и сверху (вектор скорости набегающего потока). Взаимное расположение элементов движителя при виде сбоку такое же, как на рис.3.5а,б [21].

Отличие от ВД по [21] состоит в том, что крыло 2 балансирующего типа содержит профилированные шайбы 10 и 11, связанные между собой носовой 12 и кормовой 13 осями (рис. 3.5б).

С носовой осью 12 посредством втулки 14 шарнирно соединен носовой лонжерон 15, а с кормовой осью 13 посредством втулки 16 - кормовой лонжерон 17. Лонжероны 15 и 17 связаны между собой рессорой 18, причем лонжероны 15 и 17 и рессора 18 покрыты эластичным материалом 19, например микропористой резиной, спрофилированной по форме крыла. Кормовой лонжерон 17 может быть выполнен с продольным пазом, имеющим калиброванную длину для размещения в нем кормовой оси 13. Под действием возникающих от вертикальной составляющей

скорости набегающего потока гидродинамических сил рессора 18 прогибается, лонжероны 15 и 17 поворачиваются вокруг осей 12 и 13, благодаря чему профиль крыла 2 становится выпукло вогнутым, что приводит к повышению гидродинамического качества крыла за счет увеличения подъемной силы.

При прогибе крыла 2 профилированные шайбы 10 и 11 предотвращают перетекание воды на боковых кромках, что увеличивает подъемную силу крыла и его горизонтальную составляющую (тягу крыла).

Предлагаемое изобретение позволяет повысить эффективность работы при создании тяги судовым ВД за счет ЭМВ благодаря повышению тяговых характеристик кормового (тягового) крыла и уменьшения потерь тяги при переходных процессах в момент изменения угла наклона кормового крыла. При этом изменение как угла атаки, так и прогиб профиля кормового крыла осуществляется под действием морских волн.

В судовом волновом движителе [23] с двухкрыльевой схемой (рис.3.6) можно менять передаточное отношение от носового крыла к кормовому и тем самым менять угол атаки тягового крыла с учетом многих факторов, характеризующих плавание судна (скорость судна, амплитуда волны, предельно допустимый угол качки и т.д.).

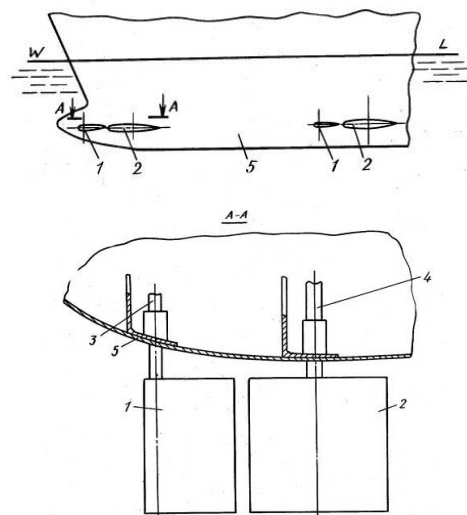


Рис. 3.6

На рис.3.6 схематично изображено размещение ВД на судне;

Здесь Ю.Ф.Сенькин предложил схему управляемого волнового движителя, возможные варианты использования которого представлены (рис.3.6в,г,д,ж,з).

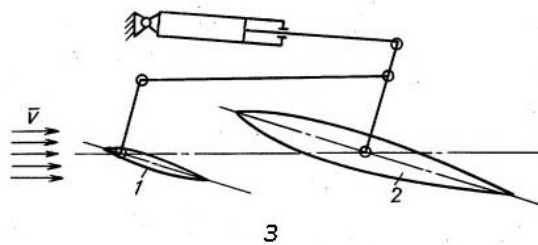
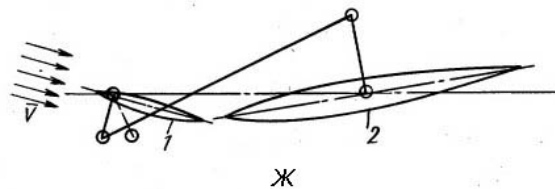
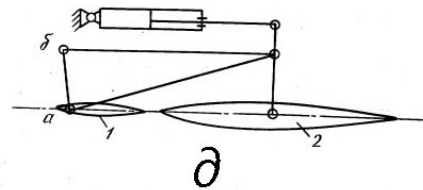
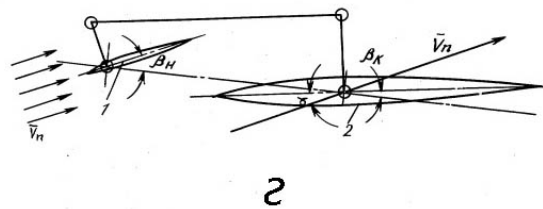
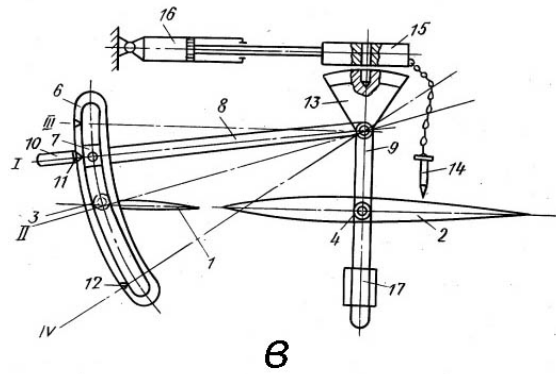


Рис. 3.6в - конструкция волнового движителя вид сбоку; на рис.3.6г кинематическая схема работы ВД в режимах движителя и успокоителя качки; на рис.3.6д - в режимах измерителя параметров волн или качки и в режиме «стоп», на рис. рис.3.6ж – при откренивании; на рис. рис.3.6з – в режиме автоматически управляющегося стабилизатора качки.

Судовой ВД содержит небалансирное носовое 1 и балансирное кормовое 2, крылья, установленные соответственно на валах 3 и 4, которые выступают за борт судна 5 перпендикулярно его диаметральной плоскости. На свободном конце вала 3 жестко закреплена дугообразная направляющая

6, проходящая через ось этого вала. С направляющей 6 сопряжен ползун 7, шарнирно связанный с тягой 8, которая шарнирно связана с рычагом 9, жестко установленном на свободном конце вала 4. Центр радиуса кривизны направляющей 6 совпадает с центром шарнирного соединения тяги 8 с рычагом 9 при вертикальном положении последнего.

С ползуном 7 жестко связан привод 10 с фиксатором 11 для переключения режимов работы движителя. Фиксатор 11 входит в зацепление с фиксирующими гнездами 12, выполненными на направляющей 6. На верхнем конце рычага 9 жестко закреплен сектор 13, который чекой 14 через ползун 15 соединяется с приводом 16 поворота крыльев, а на нижнем конце рычага 9 установлен противовес 17.

В ползуне 15 и секторе 13 выполнены отверстия, которые расположены соосно при нахождении рычага 9 в вертикальном положении и служат для установки в них чеки 14. Часть чеки 14, взаимодействующая с внутренней поверхностью отверстия в секторе 13, выполнена конусообразной, что дает возможность обеспечивать поворот сектора на заданную величину при движении ползуна 15.

Возможно несколько положений тяги 8 (рис.3.6в): I - положение тяги в режимах движителя и успокоителя качки; II - то же, в режимах измерителя параметров качки и стабилизации судна на ходу; III - то же, в режимах стабилизации судна на ходу при стоянке судна и гидродинамического отклонения судна; IV - то же, в режиме успокоителя качки.

Судовой ВД работает следующим образом.

Для осуществления его работы в режимах движителя и успокоителя качки (рис.3.6в и 3.6г) приводом 10 перемещают тягу 8 с ползуном 7 в положение I на расстояние от вала 3, при котором обеспечивается максимальная тяга при заданной скорости хода судна и параметрах волны. При этом крыло 1 работая во флюгерном режиме, устанавливается вдоль потока под углом к горизонту и через вал 3, дугообразную направляющую 6, ползун 7, тягу 8 и рычаг 9 передает усилие на крыло 2, поворачивая его на угол который меньше угла атаки. За счет угла атаки набегающего потока создается подъемная сила, горизонтальная составляющая которой направлена вперед. Для перевода движителя в режим измерения параметров качки (рис.3.6в и 3.6д) приводом перемещают тягу 8 с ползуном 7 в положение II.

При этом крыло 2 оказывается зафиксированным в горизонтальном положении и выполняет функцию стабилизатора судна, а крыло 1 работает во флюгерном режиме, как датчик вектора скорости набегающего потока.

Для перевода движителя в режим стабилизации судна на ходу, а также для его стопорения при стоянке судна (рис.3.6в и 3.6.д) приводом 10 перемещают тягу 8 в горизонтальное положение III, подключают привод



поворота крыльев, для чего чеку 14 вставляют в отверстие ползуна 15 и сектора 13.

Оба крыла, 1 и 2, при этом фиксируются в горизонтальном положении. Они стабилизируют судно на ходу и не создают помех при маневрировании судна.

Для перевода движителя в режим успокоителя качки (рис.3.6в и 3.6г) приводом 10 перемещают тягу 8 в положение IV, при этом расстояние центра ползуна 7 от оси вала 3 устанавливается в зависимости от скорости хода судна и параметров качки.

В данном режиме носовое и кормовое крылья отклоняются в противоположные стороны, благодаря чему кормовое крыло работает с большим углом атаки .

Для перевода движителя в режим гидродинамического откренивания судна (рис. 3.6з) приводом 16 при установленной чеке 14 в отверстии ползуна 15 и сектора 13 переводят оба крыла 1 и 2 на необходимый угол к горизонту. В данном режиме оба крыла отклоняются в одну сторону и обеспечивают гидродинамическое откренивание судна во время хода судна.

Предлагаемое изобретение обеспечивает повышение эффективности работы ВД, что дает возможность увеличить скорость хода судна без дополнительного расхода топлива и улучшает его мореходность.

Можно также повысить пропульсивный КПД<sub>φ</sub> такого ВД и эффективность успокоения качки, если передаточное отношение между крылом - датчиком и тяговым крылом изменять по данной программе при помощи автоматической системы управления (АСУ). Расчеты показывают, что ВД крыльевого типа могут эффективно работать при скоростях хода судна от нуля до 10 узлов [8], а успокаивать качку при всех доступных ныне скоростях.

В работах Ю.Ф.Сенькина в ВД задействовано (в основном) колеблющееся крыло, которое имело возможность под действием волнения моря совершать вращательно - колебательные движения относительно своей передней кромки, амплитуда этих колебаний обуславливалась величиной гидродинамического напора, возникающего при колебаниях крыла в волне, глубиной его погружения и различной механизацией крыла (как то; управляющим крылом с помощью которого менялся угол атаки  $\alpha$  основного рабочего крыла. Жесткостью пружин, которые служили ограничителями поворота крыла.

Есть интересные конструкции ВД использующие ЭМВ с рабочими органами в виде крыльев и пластин у представителей Германии.

Так известен ВД Руди Вернера [32] (рис.3.13) в виде руля (пластины)

с горизонтальной осью перпендикулярной к направлению движения судна, при этом рули (пластины) устроены с возможностью регулирования амплитуды периодических угловых колебаний, вызываемых движением воды в вертикальной плоскости.

В предложенном механизме регулировка амплитуды угловых колебаний осуществляется посредством гидравлического привода угла поворота руля.

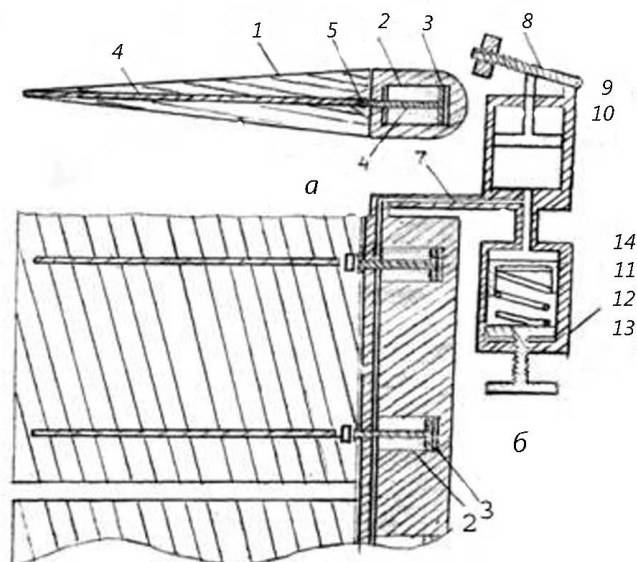


Рис.3.13

На рис. 3.13а показано поперечное сечение руля. На рис. 3.13б показано сечение руля по хорде профиля с системой гидродемпфирования привода угла поворота руля.

Руль 1 содержит в носовой части руля гидравлические цилиндры 2, в которых находятся поршни 3 с возможностью перемещения их по длине цилиндра, при этом штоки 4 поршней 3 через шарнир 5 связаны с жесткими стержнями 6, расположенными внутри руля 1.

С гидроцилиндрами 2 посредством трубопровода 7 связана система демпфирования угла поворота руля 1, состоящая из регулировочного винта 8 с грузом, с помощью которого нагружается шток 9 поршня 10 и создается давление в системе, возвратной пружины 11 с поршнем 14 в корпусе 12 и регулировочного винта 13, необходимого для создания потребной жесткости пружины 11.

Волновой движитель работает следующим образом, при колебании руля 1, под действием морского волнения, жесткие стержни 6, расположенные внутри руля, через шарнир 5 и шток 4 будут перемещать поршни 3 в гидроцилиндре 2. Тем самым будет увеличиваться давление в гидросистеме и поступающая в гидроцилиндр через трубопровод 7 жидкость будет перемещать шток 9 и поршень 10. Поршень 10 под нагрузкой от регулировочного винта будет стараться выдавить жидкость

обратно в цилиндр 2, чем достигается возврат крыла в нейтральное положение. Пружина 11 и поршень 14 служат для уменьшения пульсаций давления в гидросистеме. Итак, в данном случае гидросистема играет роль пружины для руля, жесткость которой можно менять с помощью винта с грузом.

В описанном изобретении предусмотрены варианты как жесткого, так и гибкого руля. Кроме того, предусмотрены варианты пружинного и пневматического привода механизма.

В конструкции ВД Иоахима Мензеля [33] (рис.3.14) движитель выполнен в форме хвостового рыбьего плавника, передняя часть которого жестко закреплена на киле судна, а задняя часть в виде двух пластин с помощью шарнира может во время волнения совершать угловые колебания.

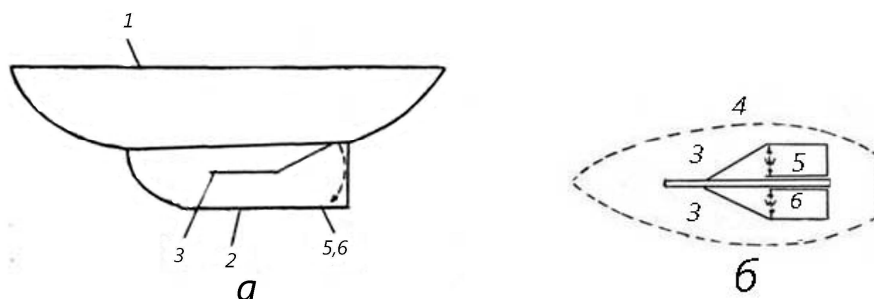


Рис.3.14

На рис. 3.14а схематично изображено судно (вид сбоку) с плавниковым движителем в виде пластины.

На рис. 3.14б показано судно вид снизу. Судно 1 содержит киль 2 к которому жестко крепится горизонтальная пластина 3, с задней кромкой которой с помощью шарнира 4 связана еще одна плоскость в виде двух пластин 5 и 6, имеющих возможность во время волнения моря совершать угловые колебания.

Плавниковый движитель работает следующим образом.

Во время волнения моря судно 1 совершает угловые колебания вокруг продольной оси (бортовая или поперечная качка), а также угловые колебания вокруг поперечной оси (килевая или продольная качка). Во время качки, пластины 5 и 6 совершают угловые колебания вокруг шарнира 4. Следует отметить, что при данной схеме пластины 5 и 6 используются также как бы в роли поворотного закрылка крыла 3, что увеличивает КПД<sub>φ</sub> использования данного движителя. Данная схема позволяет использовать движитель, как при продольной качке, так и при поперечной. При продольной качке пластины 5 и 6 колеблются в одной фазе, при поперечной качке в противофазе, т.е. происходит утилизация волнения в обоих случаях. В какой - то мере данный движитель является также успокоителем качки).

В устройстве для использования энергии морских волн на судне Хасана Эрдогана [34] колебательное, под действием волн, движение рулевых лопастей с длинными, рычагами выдвинутыми за корму судна, преобразуется, при помощи кривошипно - шатунного механизма, в непрерывное вращательное движение маховика, установленного на судне, которое может использоваться для привода гребного винта.

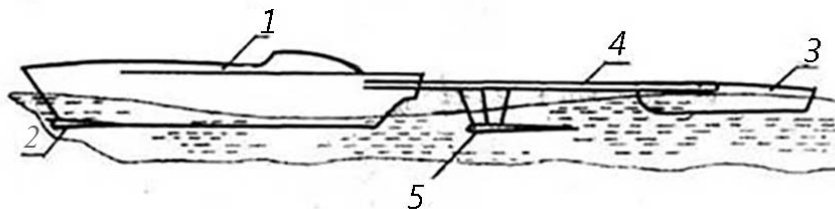


Рис. 3.15

Интересно изобретение Дж.А.Гауса [35] (рис.3.156), в котором судно 1 с носовым плавником 2 включает в себя движительную систему в виде второго судна 3 меньших размеров, которое присоединено к корпусу первого шарнирно при помощи рычажного механизма 4. К рычажному механизму 4 в свою очередь жестко крепится плавник 5. Под действием морского волнения оба судна колеблются относительно друг друга в вертикальной плоскости, в результате чего плавники совершают угловые колебания.

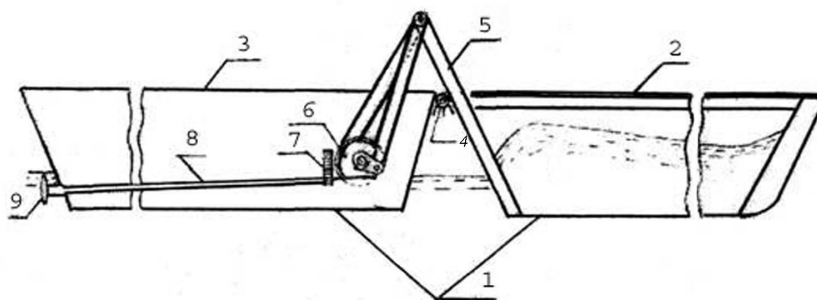


Рис.3.16

В устройстве Г.Каполкина [36] (рис.3.16) предлагается конструкция судна I, состоящего из двух частей 2 и 3, которые соединены между собой при помощи горизонтального шарнира 4. Эти две части, в свою очередь, шарнирно соединены между собой при помощи кривошипно - шатунного механизма 5, маховик 6 которого при помощи конической передачи 7 связан с валом 8 гребного винта 9. При волнении моря под действием килевой качки обе части корпуса 2, 3 совершают угловые перемещения относительно друг друга, в результате чего кривошипно - шатунный механизм 5, вращая маховик 6 при помощи конической передачи 7, приводит во вращение вал 8 и соответственно винт 9.

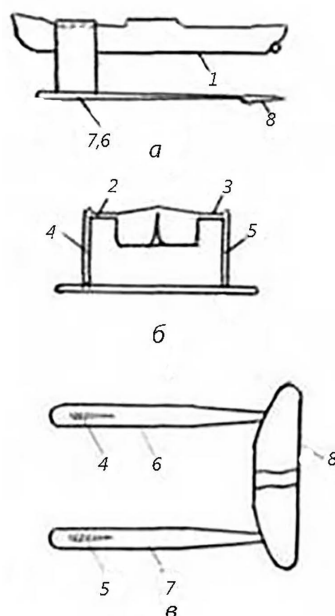


Рис. 3.17

В изобретении представителя Японии Тара Ютака [37] (рис.3.17) предлагается использовать энергию бортовой и килевой качки. Для этого к корпусу судна 1 (рис.3.17а) прикреплены горизонтальные кронштейны 2 и 3, на которых закреплены вертикальные стойки 4 и 5 (рис.3.17б), погруженные в воду. На погруженных концах стоек 4, 5 закреплены длинные упругие элементы (стебли) 6, 7 (рис.3.17а,б,в) (практически во всю длину судна) передние концы которых закреплены жестко, а на свободных задних концах закреплено бионическое крыло 8 в форме рыбьего хвоста. При этом стебли 6, 7 разнесены на ширину большую ширины корпуса судна и таким образом, можно применять крыло со значительным удлинением. При волнении моря данная конструкция позволяет с большим КПД<sub>φ</sub> использовать как килевую, так и боковую качку судна 1.

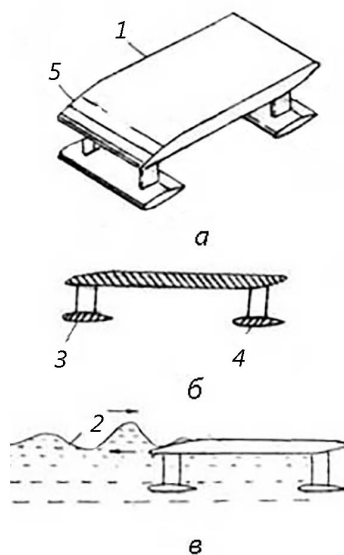


Рис. 3.18

В другом японском изобретении [38] (рис.3.18) имеется удлиненный сплюснутый плавающий корпус 1 (рис.3.18а), верхняя поверхность которого совпадает с поверхностью 2 спокойной воды (рис.3.18в), и подводные крылья 3 и 4 (рис.3.18б), прикрепленные к нижней поверхности корпуса 1 на определенном от него расстоянии. Передняя часть 5 корпуса 1 (рис.3.18а), направленная в сторону набегающих на корпус 1 волн, имеет скос вперед вниз.

Работает устройство следующим образом. Под воздействием волн 2 корпус 1 совершает вертикально - угловые колебания, в результате чего на колеблющихся крыльях 3 и 4 возникают тяговые усилия, обеспечивающие перемещение корпуса 1 навстречу набегающим волнам. В данном случае используется энергия качки судна - кинетическая энергия колебательного движения судна относительно воды.

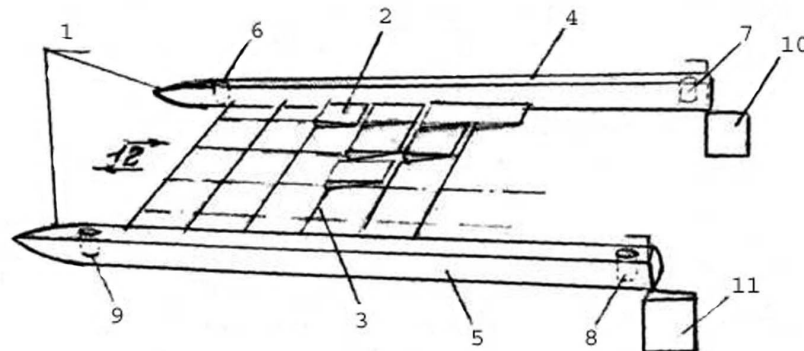


Рис. 3.19

Известно изобретение Э.Хартмана [39] (рис.3.19) содержащее катамаран 1, между корпусами которого расположено большое количество плавников 2, передняя кромка которых укреплена на валах 3 с возможностью поворота. Валы 3 в свою очередь связаны с двумя корпусами - стабилизаторами 4, 5, у которых имеются грузовые камеры 6, 7, 8, 9 для повышения устойчивости устройства при изменении направления волнения. Имеются также два вертикальных руля поворота 10, 11. Общую поверхность, образованную плавниками 2 целесообразно разместить таким образом, чтобы ориентировать переднюю кромку плавников навстречу вертикальным перемещениям частиц воды при ее орбитальном движении в направлении 12, что и осуществляется при помощи вертикальных рулей поворота 10, 11. Высота стабилизаторов 4, 5 делается по возможности небольшой, для того чтобы использовать и боковое волновое движение.

В этом движителе происходит преобразование энергии орбитального движения воды в волне непосредственно в тягу. Сама морская волна имеет профиль трохoidalного типа, [3,8]. В данном случае скорости орбитального движения воды в волне достигают максимума вблизи поверхности где установлены плавники, значит такой движитель может

иметь весьма высокий КПД $\varphi$ .

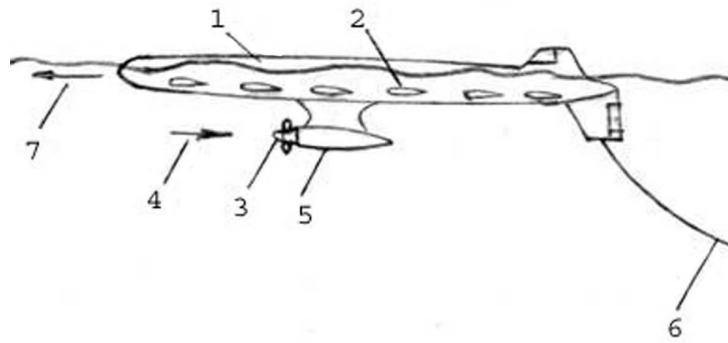


Рис.3.20

У того же автора (в этом изобретении) имеется еще одно интересное решение [39] (рис.3.20), содержащее погруженное в жидкость тело 1, находящееся на плавучем основании, по бортам которого с одинаковым шагом (равным примерно 1,5 длины хорды плавника), по всей длине тела размещены гибкие плавники 2, прикрепленные к телу 1 осью, проходящей в носовой части, а также винт 3, приводимый в действие течением 4 и передающий кинетическую энергию электродвигателю 5.

Работает устройство следующим образом. При волнении моря плавники 2 создают тяговое усилие, которое движет тело 1 в направлении 7, при этом возникающее течение 4 приводит в действие винт 3, который в свою очередь вращает электродвигатель 5. Полученная таким образом энергия подается либо в тело 1, где трансформируется известным способом (например, при помощи гидропривода) и делает плавники 2 активными, увеличивая их тягу, либо полученная таким образом энергия подается по кабелю 6 на берег.

В ряде изобретений Дж.Кука [40] (рис.3.21) крылья специально располагаются как можно ближе к возмущенной волнами поверхности воды, что позволит максимально использовать вертикальные перемещения частиц воды при ее орбитальном движении, и повысить КПД $\varphi$  устройства, т.к. здесь непосредственно кинетическая энергия движущейся волны преобразуется в тягу.

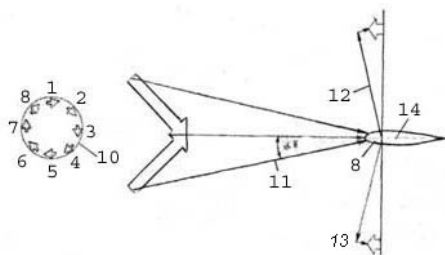


Рис. 3.21

На рис.3.21 показана картина обтекания крыла в моменты 2 и 8 на

круговой траектории 10 частиц воды в волне. При воздействии на крыло волны в момент времени  $t$  обтекание крыла будет характеризоваться вектором 11 под углом атаки  $\alpha$ . При этом на крыле будет создаваться подъемная сила, перпендикулярная этому потоку, в направлении векторной стрелки 12. В результате продуцируется чистая тяга (стрелка 13) параллельная плоскости хорды крыла 14. Средства поддержки (крепления, регулирования, подпружинивания), о которых будет сказано ниже, меняют положение крыла.

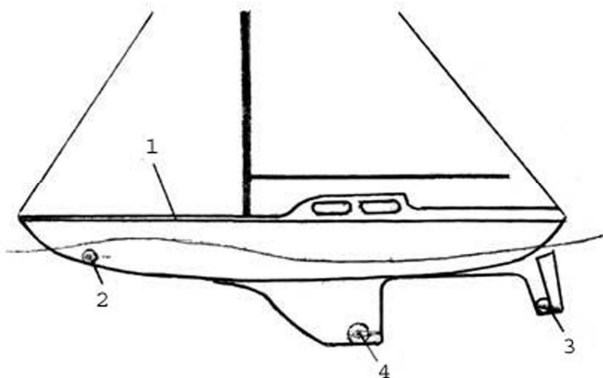


Рис.3.22

На рис.3.22 показан вид сбоку яхты 1, снабженной набором регулируемых крыльев 2, 3, 4. Здесь предлагается использовать для получения тяги на крыльях 2, 3, 4 как непосредственную качку яхты (крылья 3,4), так и кинетическую энергию орбитального движения воды (крылья 2), находящимися близко от поверхности.

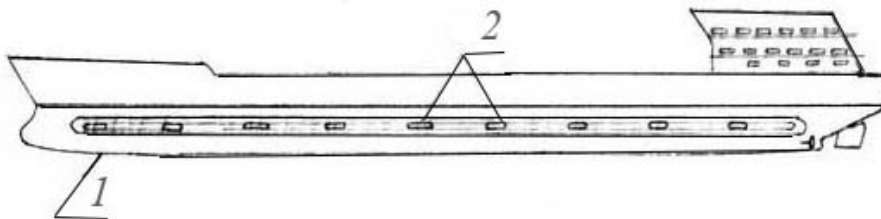


Рис. 3.23

На рис.3.23 показан корабль 1, снабженный секционными крыльями 2. Создание тяги в этом случае происходит следующим образом. На корабле установлено множество крыльев, которые крепятся на противоположных сторонах корпуса корабля 1 с определенными интервалами. Корпус корабля выполняет роль как бы жесткого стержня, связывающего крылья вместе таким образом, что горизонтальные компоненты подъемных сил, создаваемых этими крыльями под влиянием орбитального движения воды, суммируются в постоянную тягу. Для тяжелого корабля (например супертанкера), мало подверженного качке, эффективным является способ получения тяги, т.е. непосредственное преобразование кинетической энергии орбитального движения воды в волне, посредством крыла, в тягу.

В этом случае судно, имеющее большую массу, имеет собственный



период колебаний, который существенно больше периода набегающей по ходу движения волны, а также значительное инерционное сопротивление ускорениям, возникающим на судне в направлении, перпендикулярном движению корабля.

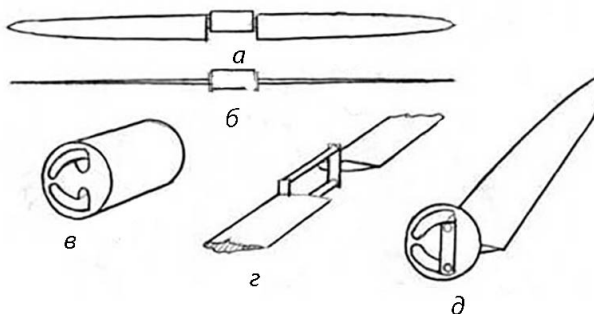


Рис.3.24

На рис.3.24а,б показано возможное соединение крыльев, предлагаемых в устройстве, описанном выше. На рис.3.24в показан стержень - опора и на рис.3.24д крыло в сборе с последним. На рис.3.24г показан один из альтернативных видов крепления крыльев.

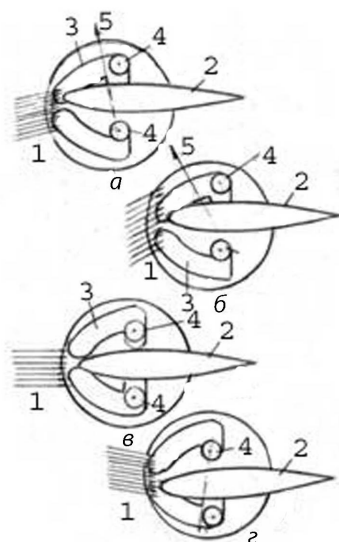


Рис. 3.25

Рис. 3.25 иллюстрирует устройство угла установки колеблющихся крыльев, заключающееся в том, что при воздействии потока воды 1 на подводное крыло 2 с симметричным профилем, это крыло стремится принять флюгерное положение. Однако упоры 3, установленные на подпружиненных шарнирах 4 будут препятствовать этому. В результате крыло займет некоторое промежуточное положение под углом атаки к набегающему потоку и на крыле возникнет подъемная сила 5, горизонтальная проекция которой будет направлена вперед по ходу судна, т.е. появится тяга.

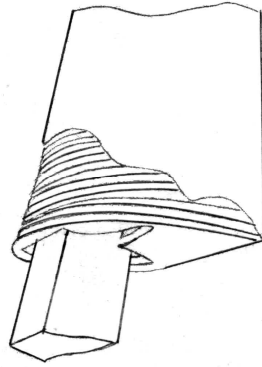


Рис.3.26

На рис.3.26 показан общий вид в сечении еще одного возможного альтернативного способа крепления и перекладки крыла под действием гидродинамических сил. Крыло отходя назад под действием гидродинамических сил перекладывается через фиксатор во второе положение на балке, тем самым меняет угол атаки

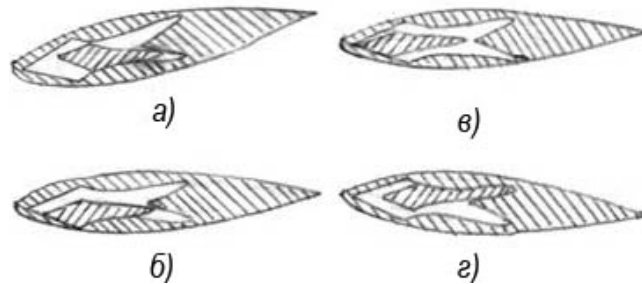


Рис.3.27

Рис.3.27 показывает некоторые положения крыла и профилированного стержня под действием набегающего потока воды в различных точках периодического движения крыла.

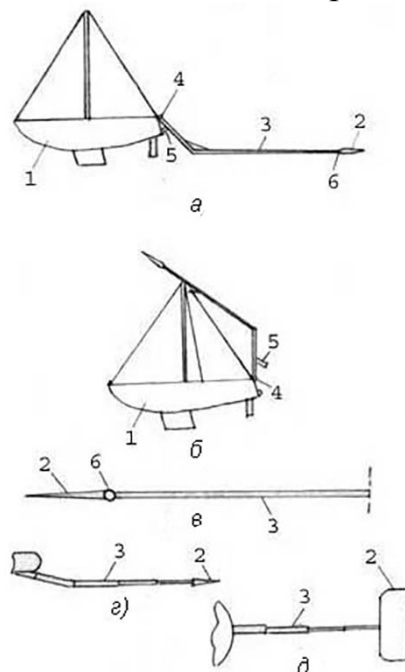


Рис.3.28

В изобретении А.Мамота [41] (рис.3.28) движительная установка (ВД) судна (яхты) 1 (рис.3.28а,б,в) имеет крыло 2, негибкий элемент - длинную тягу 3 (возможна телескопическая связь), соединенную с судном 1 горизонтальной осью 4, расположенной ниже ватерлинии, упор 5 для фиксации тяги 3 под определенным углом по отношению к судну и шарнир 6 в месте соединения крыла ВД с тягой. Имеется также блочная система поднятия ВД на судно, а в случае применения телескопической тяги рис. 3.28г,д - несложный гидропривод с гидросистемой.

В этом техническом решении крыло, расположенное далеко за судном, и длинная негибкая тяга выполняют роль как бы маятника, которому судно передает колебания качки под действием волнения. Чем больше килевая качка судна, тем больше амплитуда колебаний крыла, а значит и значительней тяга, создаваемая этим крылом. Следует отметить, что ВД выполняет в данном случае роль вспомогательной установки данного парусного судна.

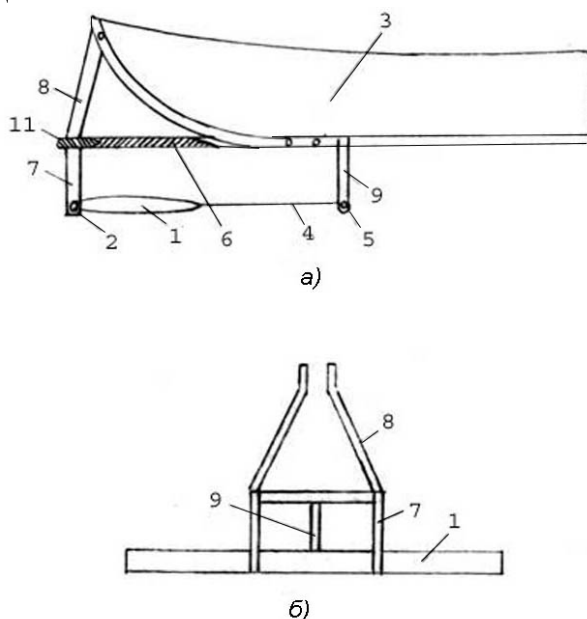


Рис. 3.29

Похожая в принципе на устройство, описанное в [20], конструкция "Судового волнового движителя" представлена в [42] (рис.3.29а) вид сбоку и (рис.3.29б) вид снизу, где крыло 1 (ВД) шарнирно соединено с баллером 2, который неподвижно установлен относительно корпуса судна 3. Задняя кромка крыла посредством упругого элемента 4 связана с корпусом судна 3 через устройство 5 регулирования натяжения упругого элемента. В качестве упругого элемента может быть использован резиновый канат или пружина, а в качестве устройства регулирования натяжения - винтовой зажим, которым зажимают упругий элемент после его натяжения с заданным усилием. ВД может быть выполнен съемным и соединяться с корпусом судна посредством пространственной фермы. В этом случае он

содержит продольную балку 6 и стойки 7, а баллер состоит из отдельных частей 2, к которым шарнирно присоединено одно или несколько крыльев 1. В передней части продольная балка 6 подкреплена наклонными распорами 8, а сзади к ней жестко прикреплена стойка 9 с механизмом 5 регулирования натяжения упругого элемента.

Известен волнодвижитель судна [43] содержащий две симметричные камеры, каждая из которых снабжена водозаборником в виде окна, обращенного вверх - у верхней камеры и вниз - у нижней, криволинейную отклоняющую поверхность напротив водозаборника и выходное сопло, обращенное назад по ходу судна. Движители размещены на подводных частях бортов судна вблизи его оконечностей. При вертикальном перемещении оконечности судна, в процессе его качки, поток воды поступает в один из водозаборников, омывает криволинейную поверхность и отклоняется назад создавая тягу.

Недостатком данного устройства является большая площадь его поперечного сечения, и соответственно, его большое гидродинамическое сопротивление.

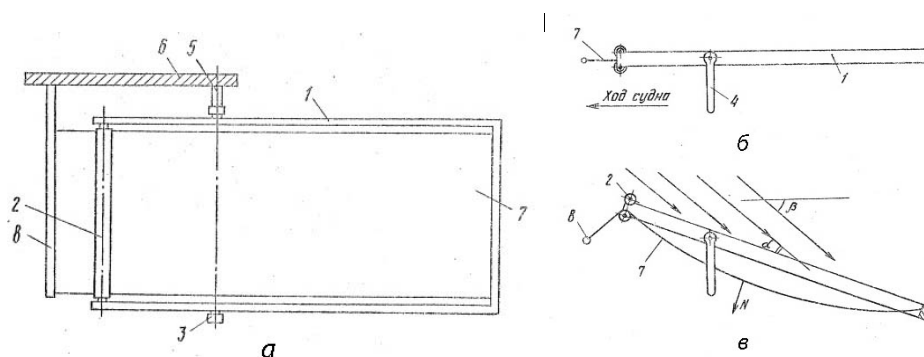


Рис. 3.30

На этом же принципе построена конструкция "Судового волнового движителя" [44] (рис.3.30), где движитель выполнен в виде жесткой рамы (рис.3.30а,б) 1, передняя сторона которой снабжена двумя параллельными валиками 2. Рама 1 посредством цапф подвижно закреплена в гнездах 3 вертикальных стоек 4 балки 5, прикрепленной к борту 6 судна. Пластина 7, выполненная из резины, прикреплена передней кромкой к кронштейну 8, параллельном балке 5 и закрепленном на борту 6 судна.

Воздействие на движитель вертикальной составляющей набегающего потока приводит к повороту рамы 1 на угол, пропорциональный углу скоса потока (рис.3.30в). Возмущающий момент, создаваемый нормальной силой, уравнивается моментом, создаваемым силой растяжения резиновой пластины 7 на участке между кронштейном 8 и валком 2 рамы. Увеличение скорости потока при неизменном угле скоса приводит к возрастанию нормальной силы и возмущающего момента. Однако одновременно увеличивается прогиб

резиновой пластины 7 в пределах рамы 1, ее растяжение и, соответственно, восстанавливающий момент.

Известен "Волновой движитель плавсредства" [45] в виде полотнища, которое выполнено и установлено таким образом, что оно (его плоское тело) под действием морского волнения принимает волнообразную (куполообразную, либо зигзагообразную) форму с общим числом поперечных (относительно плоскости плавника) полуволн по длине (в пределах задней кромки) не менее одной.

К главным недостаткам данного движителя следует отнести большую сложность его оптимизации, как по форме исполнения, так и по механическим параметрам материала (модулю упругости и т.п.).

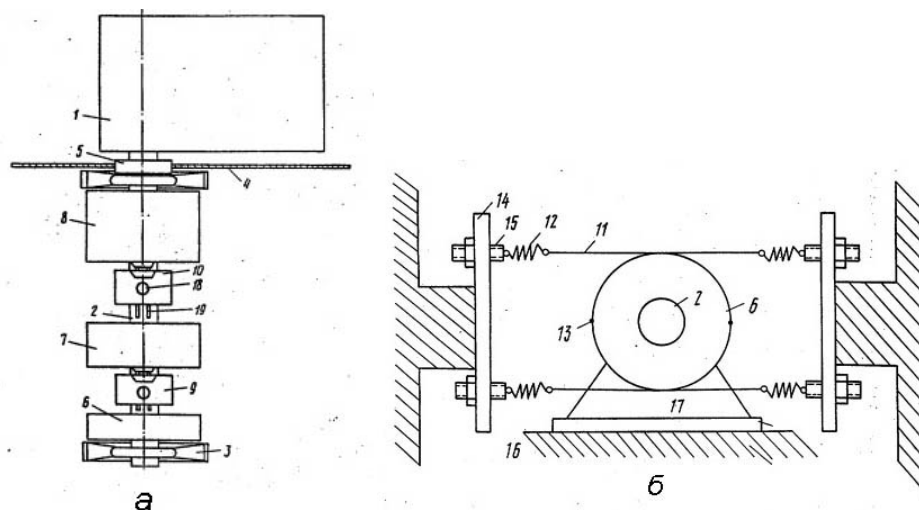


рис.3.31

Известен "Волновой движитель судна" [46] (рис.3.31)

На (рис.3.31а) показан волновой движитель судна; на (рис.3.31б) силовой блок управления.

Волновой движитель судна содержит небалансирное подводное крыло 1, которое закреплено на валу 2 и шарнирно соединено с корпусом судна с помощью подшипников 3. Отверстие в обшивке 4 корпуса судна, сквозь которое проходит вал, герметизировано с помощью уплотнения 5, например сальникового. На валу 2 насажены барабаны 6,7,8, один из которых, например, барабан 6, может быть соединен с валом неподвижно, а другие с помощью соединительных муфт 9 и 10.

Каждый барабан имеет профилированную или круглую форму и соединен с корпусом посредством гибких тяг 11 и пружин 12.

Гибкие тяги зафиксированы на барабанах с целью предотвращения проскальзывания в процессе работы, по крайней мере, в одной точке 13. Пружины соединены с корпусными конструкциями 14 с помощью механизмов 15 натяжения пружин. Подшипники 3 вала 2 своими основаниями 16 соединены с корпусом 17 судна, для разных скоростей

хода судна и бальности волнения моря, в результате чего достигается тяга, близкая к максимально возможной для данного режима плавания. Барабаны 7 и 8 установлены с возможностью вращения на валу 2, как на оси, не имеют возможности перемещения вдоль оси, Силы упругости пружин, соединенных гибкими тягами с барабаном 7, превосходят силы упругости пружин, соединенных гибкими тягами с барабаном 6, а силы упругости пружин, соединенных с гибкими тягами с барабаном 8, превосходят силы упругости пружин, соединенных с барабаном 7.

Соединительные муфты 9 и 10, установленные на валу 2 с возможностью продольного перемещения вдоль вала, для сцепления или расцепления с барабанами, для чего на муфтах закреплены водила 19, соединены с механическим или ручным приводом включения и выключения муфт(условно не показан). Для исключения вращения соединительных муфт на валу 2, как на оси, они сопряжены с валом посредством шлицевого соединения, для чего на участках вала выполнены шлицы 19.

При работе волнодвигателя на самом малом ходу или без хода судна, когда необходима тяга только для компенсации силы дрейфа, работает барабан 6.

При этом, под действием набегающего под углом к горизонту потока воды небалансирное крыло 1 поворачивается, стремясь встать вдоль потока. Вместе с крылом поворачивается и вал 2, на котором жестко закреплен профилированный барабан 6.

При повороте крыла, например, против часовой стрелки растягиваются верхняя правая и нижняя левая пружины, оказывая противодействие крутящему моменту, создаваемому крылом. При этом, если барабан 2 выполнен круглым, противодействующий момент будет пропорционален углу его поворота, так как растяжение пружин осуществляется по линейному закону при равном плече в радиусе барабана. Профилированный барабан позволяет изменять противодействующий момент в зависимости от угла поворота барабана. по наперед заданному закону путем изменения плеча в местного радиуса барабана и тем самым обеспечивать заданные оптимальные углы атаки крыла к набегающему потоку, а следовательно, получать максимально возможную волновую тягу волнодвигателя. При увеличении скорости хода с помощью соединенных муфт 10 и 11 подключаются в определенном порядке другие барабаны. Например, при переходе на малый ход подключается барабан 6, который работает в паре с барабаном 7; на среднем ходу включается барабан 8, а барабан 7 отключается; на полном ходу работают все три барабана, Положительный эффект предлагаемого устройства заключается в том, что чисто механическим путем

обеспечивается получение закона управления углом атаки крыла к набегающему потоку, близкого к оптимальному при различных скоростях хода и бальностях волнения моря, т.е. обеспечивается получение максимально возможного КПД<sub>φ</sub> волнового движителя на всех режимах его работы. Кроме того, благодаря гибким тягам упрощается технология сборки и монтажа блока управления на судне, а благодаря большому количеству гибких тяг, заведенных на каждый барабан, и тому, что все механизмы блока управления находятся внутри корпуса судна, обеспечивается высокая надежность работы устройства.

Положительный эффект заключается в том, что чисто механическим путем обеспечивается получение закона управления углом атаки крыла к набегающему потоку, а значит, и оптимальных углов перекладки при различных скоростях хода и бальностях волнения моря.

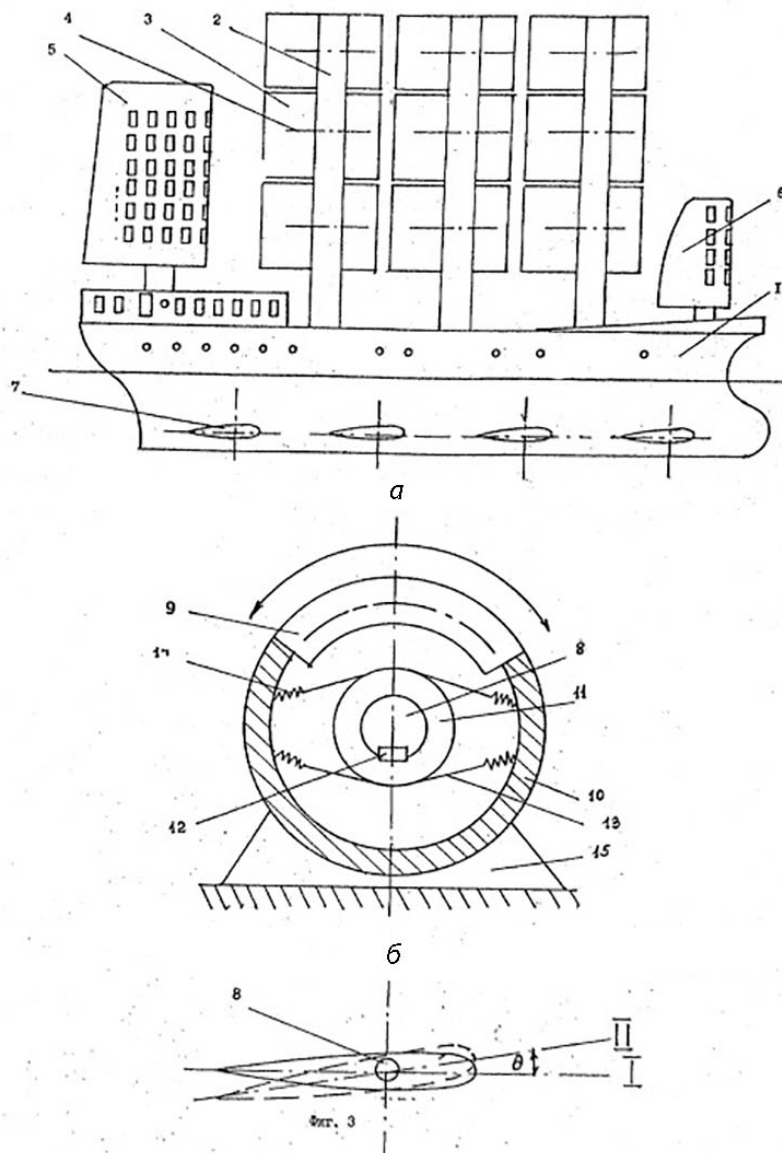


Рис.3.32

В изобретении «Судовой волновой движитель» [47], (рис.3.32), делается попытка повышения эксплуатационных качеств движителя посредством увеличения пропульсивного КПД<sub>φ</sub> при использовании возобновляемых источников энергии.

При ходе судна 1 под углом к ветру, поворотом мачт 2 обеспечивают оптимальный для данного курсового угла ветра угол атаки парусов 3 к ветру. Стабилизацию судна на курсе осуществляют с помощью носового 4 и кормового 5 аэродинамических рулей (рис.3.32а). Образовавшийся за счет ветра крен судна устраняют с помощью механизма поворота крыла ВД, (рис.3.32б). Для этого, например, при крене на правый борт подводное крыло 6 движителя из его нейтрального положения I переводят в нейтральное положение II, (рис.3.32в) для чего барабан 7 посредством привода и сектора 8 червячного колеса поворачивают против часовой стрелки на определенный угол судна, крыло 6 автоматически будет устанавливаться с текущим углом атаки к набегающему потоку, при этом вектор волновой тяги будет направлен против часовой стрелки, т.е. волновая тяга будет направлена вперед - вверх, что обеспечит увеличение скорости хода не только за счет увеличения абсолютного значения горизонтальной тяги ВД, но и за счет снижения лобового сопротивления корпуса судна благодаря открениванию, а также благодаря отсутствию отклонения парусов от вертикали.

Сочетание признаков, касающихся совместной работы парусов и ВД с возможностью поворота тяги, дает сверхсуммарный эффект, а именно - возможность движения судна под любым углом к ветру и волне, и увеличение пропульсивного КПД<sub>φ</sub> движительной установки судна в целом.

Группой авторов из ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова на основании расчетов, основанных на экспериментальных исследованиях, предложено "Судно" [48] оснащенное устройствами, использующими ЭМВ для повышения пропульсивных характеристик его движительного комплекса. Целью данного изобретения является улучшение эксплуатационных качеств судна.

Поставленная цель достигается тем, что у судна, содержащего корпус, снабженный крыльевыми ВД, установленными попарно по его бортам, в количестве не менее трех пар, каждый крыльевой ВД установлен ниже конструктивной ватерлинии - на расстоянии от нее ( $h = 2.0 - 2.5 b$ ), где  $b$  - длина хорды крыла движителя, при этом расстояние между смежными крыльями на каждом борту определено из соотношения ( $L = 8 - 10b$ ).

Расположение крыльевых движителей на расстоянии 2.0 - 2.5 длины хорды крыла ниже конструктивной ватерлинии (КВЛ), является



оптимальным с точки зрения получения наибольшей тяги при движении судна на волнении. Так, известно, что с увеличением заглубления крыла растёт, до некоторого значения, его коэффициент подъемной силы. Вместе с тем, с увеличением заглубления падает скорость орбитального движения частиц волны, и как следствие, происходит падение тяги создаваемой крылом. Следовательно, существует определенное заглубление, которое является оптимальным.

По результатам расчетов, основанных на экспериментальных исследованиях и теоретических проработках, показано, что годовая экономия топлива при использовании предполагаемого изобретения, составляет 9 - 10%.

В изобретении Сенькина Ю.Ф. «Способ управления судном» [49] (рис.3.33), показан способ управления судном который заключается в том, что руль поворачивают вокруг оси баллера в заданную сторону поворота судна и устанавливается с углом атаки в горизонтальной плоскости к набегающему потоку. Дополнительно руль поворачивается вокруг оси горизонтального шарнира и плоскость руля устанавливается с углом атаки в вертикальной плоскости к набегающему потоку. При управлении судном на продольном волнении горизонтальную ось поворота руля предварительно ориентируют перпендикулярно диаметральной плоскости судна.

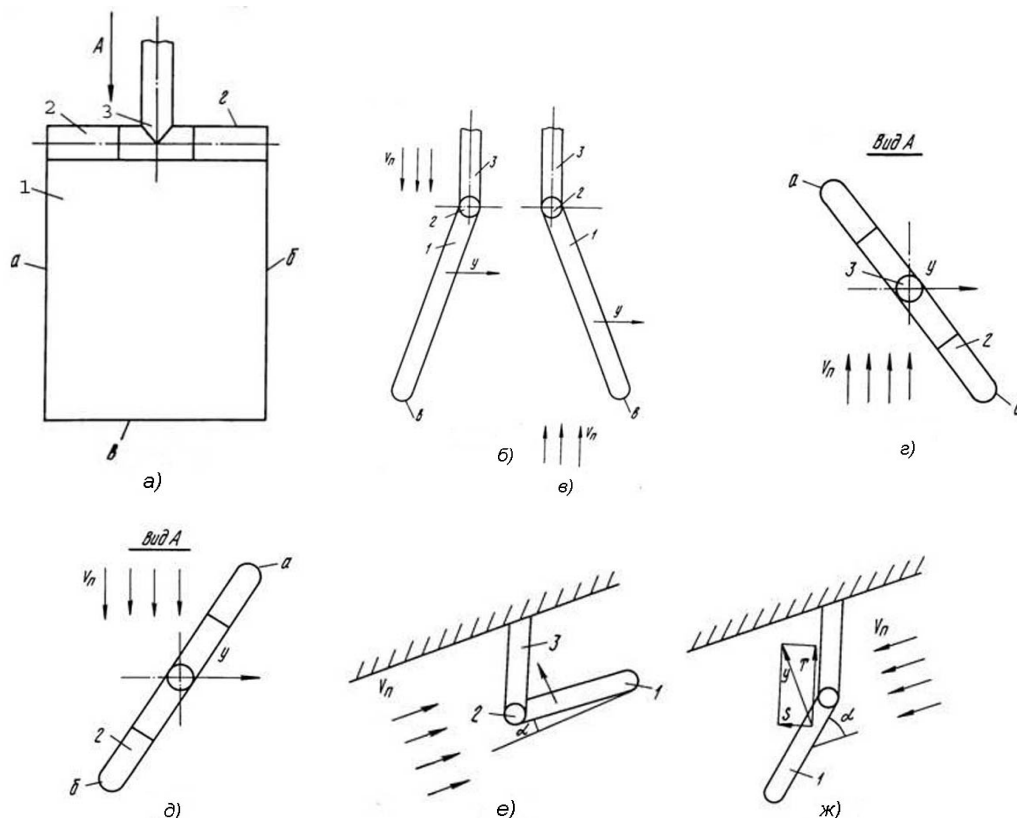


Рис. 3.33

На рис. 3.33 изображен руль судна; на рис.3.33б - положение руля, обеспечивающее поворот оконечности судна, где установлен руль, вправо (направление набегающего потока - вниз); на рис.3.33в - то же (набегающий поток направлен вверх); на рис.3.33г - вид по стрелке *A* на рис.3.33а (направление набегающего потока - вперед); на рис.3.34д - то же (набегающий поток направлен назад); на рис.3.33е - руль установлен перпендикулярно ДП судна, набегающий поток направлен назад (встречный поток); на рис.3.33ж - то же, набегающий поток направлен вперед (попутный).

При волнении управление судном на ходу осуществляют поворотом руля 1 вокруг оси шарнира 2 при направлении вектора набегающего потока с верхних или нижних секторов или поворотом его вокруг оси баллера 3 при направлении набегающего потока секторов, близких к горизонтальным, получая при этом подъемную силу  $Y$ , вектор которой или его большая составляющая направлены в сторону заданного поворота оконечности судна, где расположен руль.

В случае продольного волнения или волнения в секторах, близких к ДП судна, плоскость руля устанавливают перпендикулярно ДП и, отклоняя от вертикали и устанавливая его с углом атаки к набегающему потоку, получают дополнительную тягу, направленную в сторону движения судна за счет энергии морских волн (рис.3.33е,ж). При попутном направлении набегающего потока руль устанавливают перпендикулярно потоку. При этом он работает как подводный парус.

При стоянке судна на волнении управление по курсу осуществляют аналогично описанному. Набегающий на руль поток в этом случае обусловлен только перемещением воды на волнении, т. е. заданные повороты судна осуществляются только за счет энергии морских волн.

Для управления курсом судна на волнении без хода, руководствуясь показаниями датчика параметров морских волн, который дает направление волны и направление вектора скорости при ее орбитальном движении в каждый текущий момент времени, плоскость руля 1 (рис.3.33а) устанавливают в исходное положение, при котором она перпендикулярна фронту волны, и используют скоростной поток воды, обусловленный ее орбитальным движением при волнении, ориентируя руль в каждый текущий момент времени относительно вектора скорости набегающего потока  $V_n$  в данный текущий момент времени при отсутствии необходимости поворота оконечности судна, где находится руль, перпендикулярно фронту волны, т. е. так, что плоскость руля находится в плоскости набегающего потока, а при необходимости поворота или доворота судна на заданный курс плоскость руля устанавливают с углом атаки к текущему значению вектора скорости набегающего потока  $V_n$ , который в данном случае обусловлен только орбитальными движениями воды и скоростью поворота судна по курсу.

Для поворота судна, идущего или стоящего перпендикулярно фронту волны, например, вправо той оконечностью, где расположен руль 1, при направлении  $V_n$  сверху вниз входную кромку руля 1, в данный момент кромку  $г$ , с помощью силового шарнира 2 поворачивают (смещают) вправо относительно нижней кромки в (рис.3.33б). При направлении  $V_n$  снизу вверх поворачивают в сторону поворота оконечности судна кромку  $в$ , которая в данный момент будет входной (рис.3.33в).

При направлении  $V_n$  сзади в сторону поворота оконечности судна поворачивают кромку  $б$ , а при направлении  $V_n$  спереди - кромку  $а$ .

Во всех перечисленных случаях подъемная сила  $Y$  (сила Жуковского) направлена вправо, разворот оконечности судна, где расположен руль, осуществляется вправо.

Для получения тяги (упора) за счет энергии морских волн при таком направлении морских волн ось силового шарнира 2 поворачивают с помощью силового привода баллера 3 на перпендикуляр к ДП судна и с помощью силового шарнира 2 отклоняют плоскость руля на угол атаки к набегающему потоку (рис.3.33е,ж). При всех направлениях набегающего потока  $V_n$ , кроме направления горизонтально спереди, на руле получают подъемную силу  $Y$ , горизонтальная составляющая  $S$  которой направлена вперед, а вертикальная  $T$  создает килевую качку.

Управление судном по курсу в этом случае может осуществляться либо аналогично описанному выше, либо поворотом вектора  $S$  - волновой тяги в заданную сторону поворота оконечности судна, где расположен руль.

При положении судна лагом к волне для получения волновой тяги руль 1 из положения, перпендикулярного к ДП, являющегося равновесным для судна, не имеющего хода, поворачивают и устанавливают с углами атаки к текущим значениям вектора  $V_n$  подобно описанному выше. Подъемная сила  $Y$  в этом случае будет направлена вперед, т. е. судно будет двигаться вперед (может и назад, если плоскость руля поворачивать на  $180^\circ$  по сравнению с показанным на (рис.3.33 б - е).

Управление по курсу в этом случае осуществляют отклонением кромок  $а$  и  $б$  руля на неравные углы атаки.

Управление судном и получение при этом тяги на ходу осуществляют аналогичным образом, учитывая при этом, что вектор  $V_n$  в этом случае равен сумме векторов, прежде всего вектора скорости судна и вектора скорости орбитального движения воды в волне.

Управление судном и получение тяги за счет энергии морских волн как на ходу, так и без хода при курсовых углах, отличных от  $0, 90, 180$  и  $270^\circ$ , осуществляют одновременным поворотом руля вокруг оси баллера 3 и оси силового шарнира 2 с установкой с углом атаки к  $V_n$ . Входными кромками руля при этом будут те или иные смежные (боковая и верхняя или нижняя) кромки руля 1.

Сущность изобретения «Судовое рулевое устройство Ю.Ф. Сенькина» [50], (рис.3.34), заключается в том, что в судовом рулевом устройстве содержащем вертикальный руль, закрепленный на баллере, и силовой привод поворота вертикального руля, соединенный посредством синхронно следящей системы с постом управления, вертикальный руль включает в себя  $\Pi$  - образный в продольном сечении корпус, охватывающий шарнирно соединенную с ним с возможностью поворота вокруг горизонтальной оси среднюю часть, причем  $\Pi$  - образный корпус и средняя часть в сечении горизонтальной плоскостью выполнены в виде единого крыльцевого профиля и снабжены стопорными элементами для фиксации их относительно друг друга, при этом средняя часть вертикального руля снабжена приводом поворота.

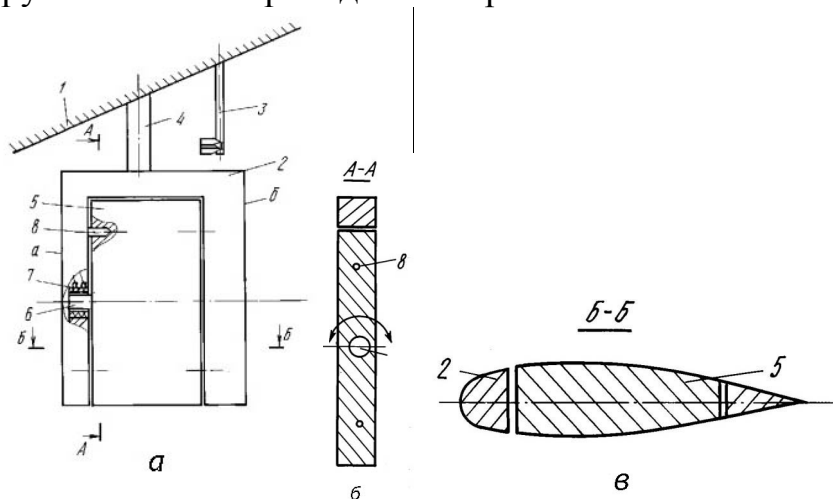


Рис. 3.34

На рис.3.34а изображено судовое рулевое устройство;

В корпусе 1 судна размещены пост управления или авторулевой, связанные посредством синхронно следящей системы с силовым приводом (не показаны) поворота вертикального руля 2. Ниже ватерлинии размещен датчик 3 параметров морской волны флюгерного типа, фиксирующий направление набегающего потока воды в каждый момент времени. Вертикальный руль 2 содержит  $\Pi$  - образный корпус, жестко соединенный с баллером 4, верхний конец баллера соединен с силовым приводом. Внутри  $\Pi$  - образного корпуса вертикального руля 2 размещена его средняя часть 5, которая с помощью вала 6 шарнирно соединена с  $\Pi$  - образным корпусом. Для поворота средней части 5 имеется силовой привод 7, а для фиксации средней части относительно  $\Pi$  - образного корпуса вертикального руля 2 предусмотрены стопорные элементы 8.  $\Pi$  - образный корпус и средняя часть 5 в заштыренном состоянии в плане имеют профиль единого крыла.

Устройство работает следующим образом.

Управление вертикальным рулем 2 на ходу в штилевую погоду и при волнении под углами 0 - 125 и 225 - 360°.

Средняя часть 5 зафиксирована относительно *П* - образной части и управление рулем осуществляют, поворачивая переднюю кромку а (на переднем ходу) и заднюю кромку б (на заднем ходу) в заданную сторону перемещения кормы судна.

При курсовом угле волны в диапазоне 135 - 225° стопорные элементы 8 разблокируют. Приводами 7 отклоняют среднюю часть 5 от вертикали, поворачивая верхнюю кромку (при набегании потока сверху) или нижнюю кромку (при набегании потока снизу) в заданную сторону перемещения кормы судна, одновременно силовым приводом, соединенным с баллером 4, поворачивают *П* - образный корпус кромкой а (при набегании потока спереди) и кромкой б (при набегании потока сзади) в заданную сторону перемещения кормы судна.

При ручном управлении управляющие импульсы, например, электрические, передают на силовые приводы баллера 4 и средней части 5 (привод 7), руководствуясь показаниями датчиков 3, с поста управления.

При автоматическом управлении управляющие импульсы вырабатываются и передаются на названные силовые приводы авторулевым, куда вводятся сигналы с датчика 3, соответствующие горизонтальной и вертикальной составляющими скорости набегающего потока, а также сигналы обратной связи с этих приводов. Управление курсом судна при волнении моря (поддержание постоянного курса) сопровождается непрерывными колебательными движениями *П* - образной и средней частей руля 2.

В «волноходе» [51], (рис.3.35), показано плавучее средство, использующее энергию морских волн. Сущность изобретения: корпус 1 волнохода имеет шаровую форму, разделен горизонтальной перегородкой 6 на отсек 7, заполненный жидкостью, и 8, снабженный гнездом, в котором закреплена с возможностью вертикального перемещения воздушная цистерна 10. Волновые движители (крылья) 2 прикреплены к корпусу 1 посредством поворотных кронштейнов, выполненных в виде шарнирно - паралелограммных механизмов. Путем изменения положения цистерны и движителей регулируют частоту и амплитуду качки волнохода и обеспечивают тем самым получение максимальной тяги при различном волнении.

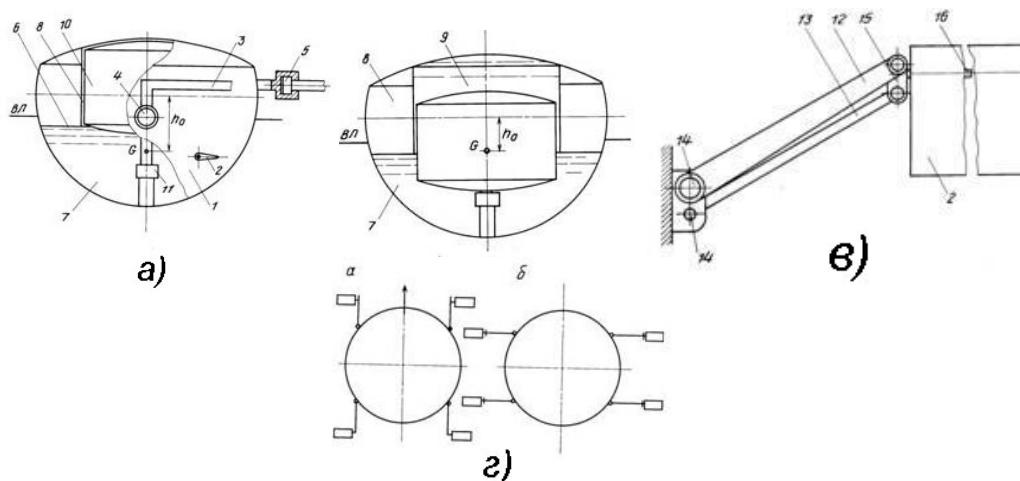


Рис.3.35

На рис.3.35 представлен волноход с малым периодом собственных колебаний, сечение диаметральной плоскостью; на рис.3.35б - то же, с большим периодом свободных колебаний; на рис.3.35в - волновой движитель, прикрепленный к корпусу волнохода, общий вид; на рис.3.35 г - схемы расположения движителей относительно корпуса волнохода при различных параметрах волнения.

Волноход содержит корпус 1 в форме тела вращения относительно вертикальной оси, волновые движители 2 и буксирное устройство, выполненное в виде вилки 3, шарнирно закрепленной на горизонтальных цапфах 4 корпуса 1 и снабженной поворотным устройством 5. Корпус 1 разделен герметичной горизонтальной перегородкой 6 на два отсека, из которых нижний 7 заполнен жидким грузом или водяным балластом, а в верхнем 8 выполнено цилиндрическое гнездо 9, в котором с радиальным зазором помещена воздушная цистерна 10, соединенная с подъемным механизмом 11.

К борту корпуса 1 прикреплен кронштейн, выполненный в виде шарнирно-параллелограммного механизма, содержащего штанги 12 и 13, закрепленные на шарнирах 14 с вертикальными осями вращения. Свободные концы штанг шарнирно соединены с опорой 15 баллера 16, на котором подвижно закреплено поворотное крыло 2 с устройством формирования заданного угла атаки. При повороте кронштейна относительно корпуса 1 в горизонтальной плоскости баллер 16 остается перпендикулярным диаметральной плоскости волнохода. Для увеличения предельных углов поворота кронштейна штанги 12 и 13 находятся в разных горизонтальных плоскостях. Каждый кронштейн снабжен независимым приводом поворота.

При слабом волнении (и малом периоде качки) цистерна 10 находится в крайнем верхнем положении, весь жидкий груз сосредоточен в нижнем отсеке 7, кронштейны расположены по курсу волнохода (рис.3.35

а) в случае лагового волнения (курсовой угол волнения  $90$  или  $270^\circ$ ) либо поперек курса при встречном или попутном волнении (рис.3.35б), т.е. так, чтобы расстояние между движителями и осью качки было минимальным. В этом случае центр тяжести  $G$  находится в нижнем положении, значение  $h_o$  - начальная метацентрическая высота максимальна, значения  $I$  и  $\lambda$  - момент инерции присоединенных масс воды минимальны, период свободных колебаний  $T_{св}$  минимален и равен или близок периоду качки  $T_k$ , т. е. имеет место резонансная качка с максимальной амплитудой и максимальной тягой волнохода.

При усилении волнения (и увеличения периода качки) цистерну 10 опускают, часть жидкости из отсека 7 через радиальный зазор перетекает в гнездо 9. Кронштейны движителей поворачивают так, чтобы расстояние между движителями и осью качки увеличилось (рис.3.35а - при встречном или попутном волнении, рис.3.35б - при лаговом волнении). Это приводит к перемещению центра тяжести  $G$  вверх и уменьшению величины  $h_o$ , а также к возрастанию моментов инерции  $I$  и  $\lambda$ .

Одновременное действие трех указанных факторов приводит к значительному возрастанию периода свободных колебаний волнохода. Для представленной на чертеже конструктивной схемы - примерно в 3 раза.

«Волноход» Васильева, Савицкого [52] (рис.3.36) состоит из корпуса 1 который имеет сферическую форму, снабжен волновыми движителями (крыльями) 2 и буксирным устройством, выполненным в виде вертикально расположенной пластины 6, погруженной в воду и соединенной шарнирно с корпусом 1 в плоскости ватерлинии и с буксируемым объектом 7. В нижней части пластины 6 размещены волновые движители 11. Увеличение суммарной площади крыльев волновых движителей позволяет повысить тягу волнохода.

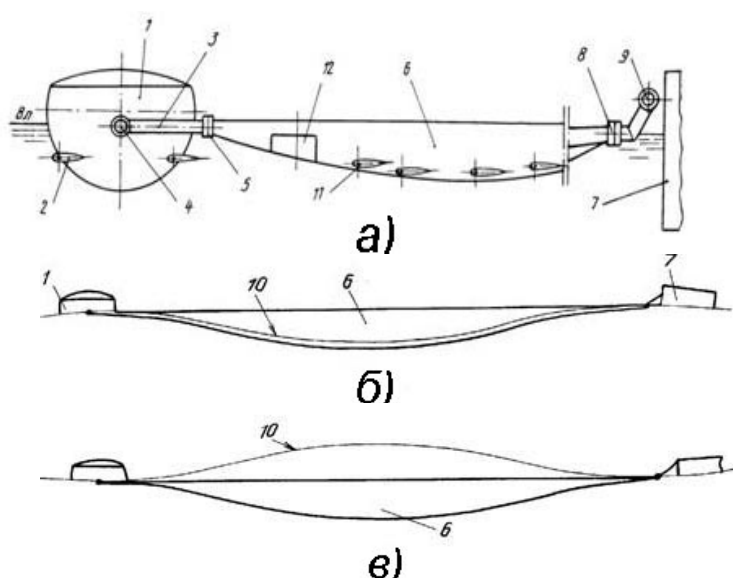


Рис. 3.36

На рис.3.36а представлен общий вид волнохода, соединенного буксирным устройством с буксируемым объектом, на тихой воде; рис.3.36 б и рис.3.36в - положение волнохода и буксируемого объекта на волнении.

Волноход содержит сферический плавучий корпус 1, волновые движители 2 и буксирное устройство в виде вилки 3, шарнирно закрепленной на цапфах 4 корпуса 1 на уровне ватерлинии, шарнира 5 с продольной осью вращения и вертикально расположенной пластины 6, погруженной в воду и соединенной с буксируемым объектом 7 шарнирами 8 и 9. Пластина 6 имеет длину, близкую к максимальной длине волны, характерной для выбранного района плавания, и профиль, близкий профилю 10 волны (рис.3.36 б,в). В нижней средней части пластины 6 (50...60% длины пластины) размещены волновые движители 11, аналогичные движителям 2. Буксирное устройство может быть снабжено телескопическими штангами (не изображены) для регулирования его длины в зависимости от длины волны. Элемент 12 пластины может быть выполнен подвижным и служит пером руля.

Шарнирно закрепленное буксирное устройство не препятствует продольной и поперечной качкам сферического корпуса волнохода с большой амплитудой, обеспечивающей высокую эффективность волновых движителей 2. При движении буксирной связки на встречном или попутном волнении (при курсовых углах волнения в пределах  $30^\circ$ ) пластина 6 попеременно поднимается при прохождении волноходом и буксируемым объектом вершин волн (рис.3.36б) и погружается при прохождении указанными объектами подошв волн (рис.3.36в). При этом за период качки относительное перемещение нижней части буксирной пластины и воды составляет величину, равную четырем высотам волны.

Малое гидродинамическое сопротивление буксирной пластины, большая вертикальная составляющая скорости набегающего потока и возможность использования движителей с большой суммарной площадью крыльев позволяют увеличить тягу волнохода в 1,5...2 раза. На волнении, близком к лаговому (курсовой угол волнения  $90^\circ$ ), движители буксирной пластины неэффективны, тягу создают только движители на корпусе волнохода, однако в этом случае, как и при любом курсовом угле волнения, пластина работает как киль, стабилизируя на курсе сферический корпус волнохода и всю буксирную связку.

Изобретение «Яхта» [53] (рис.3.37), относится к судостроению и может быть использовано для обеспечения движения яхт под действием морского волнения.

Такая возможность обеспечивается в результате того, что конструкция волнодвигательной установки содержит барабан 2, установленный в нише, выполненной в области днища корпуса 1 яхты, а также съемную стойку с центропланом 4, на котором закреплены крылья 5, подпружиненные относительно стойки. Вал барабана состоит из двух



частей, выполненных в виде цапф 6 и 7, и расположен в диаметральной плоскости яхты горизонтально, при этом барабан жестко закреплен на цапфах, цилиндрическая поверхность барабана спрофилирована по форме обводов нижней части 21 корпуса яхты, цапфы выведены внутрь корпуса яхты через герметизирующие уплотнения 9, причем одна из цапф снабжена механизмом стопорения стойки внутри барабана.

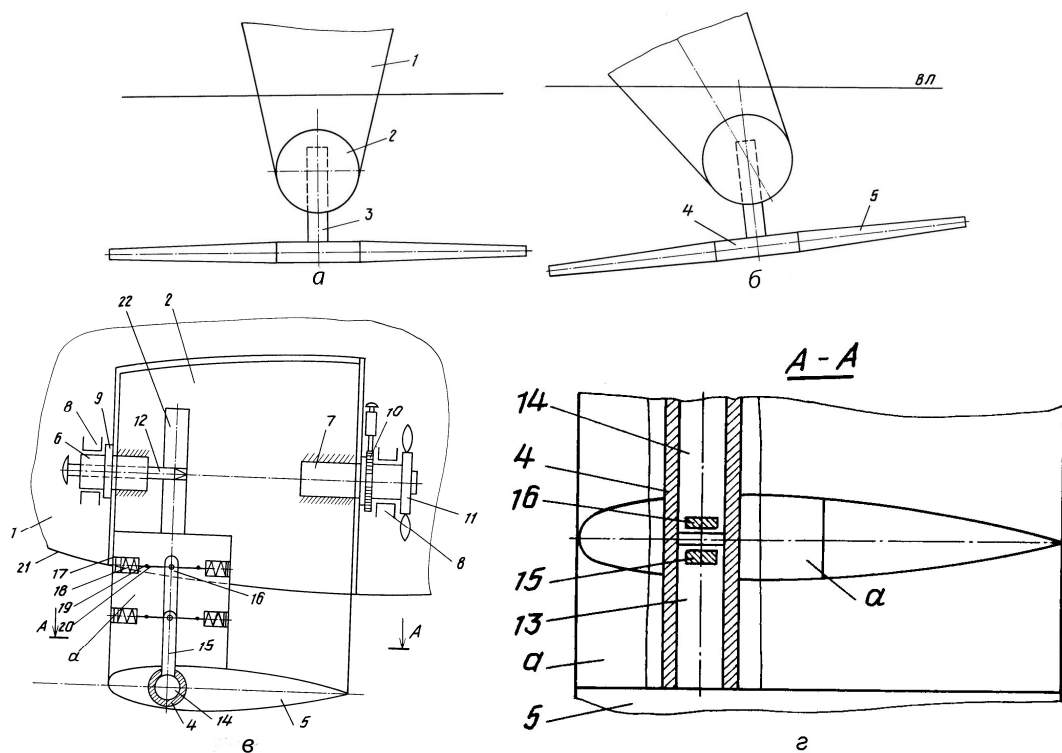


Рис. 3.37

На рис.3.37а показана часть корпуса яхты с волнодвижительной установкой в поперечном сечении при положении яхты на ровном киле; на рис.3.37б - то же, при крене яхты; на рис.3.37в - часть корпуса яхты с волнодвижительной установкой в диаметральном сечении; на рис.3.37г - сечение *A - A* на рис.3.37в.

В нише, выполненной в днище корпуса 1 яхты, установлен барабан 2, с которым соединена съемная профилированная стойка 3 с центропланом 4, к которому присоединены крылья 5. Барабан 2 соединен с корпусом яхты с помощью цапф 6 и 7 и подшипников 8. Цапфы выполнены внутрь корпуса яхты через герметизирующие уплотнения 9. Поворот барабана фиксируется с помощью стопорного устройства 10. Для вращения барабана на цапфе 7 закреплен штурвал 11. В цапфе 6 выполнено сквозное отверстие, через которое пропущен стопор 12 для закрепления стойки 3 внутри барабана. Крылья 5 жестко соединены с баллерами 13 и 14, концы которых вставлены в подшипники центроплана 4. На баллерах закреплены рычаги 15 и 16, соединенные концами с

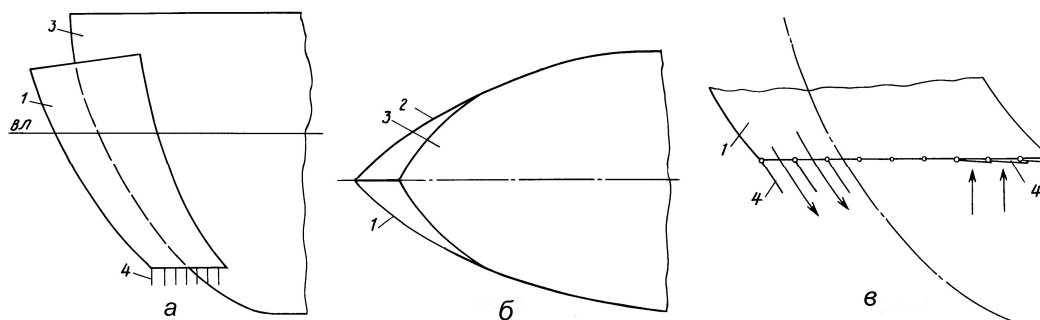
пружинным механизмом управления крыльями. Этот механизм состоит из стаканов 17, пружин 18, штоков 19 с тарелями и гибких тяг 20. Цилиндрическая поверхность барабана спрофилирована по форме обводов нижней части 21 корпуса яхты. Стойка 3 состоит из профилированной части с полостью а для размещения пружинного механизма управления крыльями и рычагов 15 и 16 и цилиндрической части 22 с отверстием, в которое входит стопор 12.

При плавании яхты в условиях волнения и при положении ее на ровном киле барабан при помощи штурвала устанавливается в положение, при котором стойка перпендикулярна основной плоскости судна (т.е. вертикальна). При движении яхты с креном барабан снимают со стопора, освободив его от фиксатора, и, пользуясь штурвалом, устанавливают стойку с центропланом и крыльями под нужным углом к диаметральной плоскости яхты, после чего фиксируют барабан при помощи стопора.

Если необходимость в использовании волнодвижительной установки отпала (например, волнение стихло или возникли какие-либо иные причины, потребовавшие уборки крыльев), то блок, состоящий из стойки, центроплана и крыльев, выведением стопора из цилиндрической части стойки отсоединяется от барабана и поднимается на борт яхты, после чего для восстановления обводов днища корпуса яхты барабан поворачивается на  $180^\circ$  при помощи штурвала и стопорится.

Для приведения волнодвижительной установки в рабочее положение те же операции проводятся в обратном порядке.

«Волновой движитель судна» [54] (рис.3.38), предлагается использовать в судостроении, а именно, в движителях судов, использующих энергию морских волн. Сущность изобретения: волновой движитель выполнен в виде проточного канала, образованного отклоняющимися пластинами и носовой оконечностью судна, с водозаборником в верхней части и соплом в нижней части, последнее снабжено подвижными створками, перекрывающими сопло при избыточном внешнем давлении.



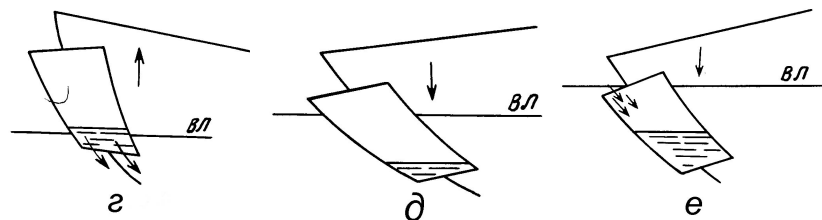


Рис.3.38

Указанная цель достигается тем, что у волнового движителя судна, содержащего проточный канал с отклоняющей поверхностью, ориентированной сверху вниз и назад, водозаборником в верхней части и соплом в нижней части, отклоняющая поверхность выполнена в виде гидродинамического обтекателя, прикрепленного к носовой оконечности судна и образующего с ней проточный канал, при этом сопло снабжено створками, подвижно закрепленными на параллельных осях и свободно свисающими с возможностью перекрытия сопла при подъеме створок.

На рис.3.38а представлена носовая оконечность судна с волновым движителем при отсутствии хода и качки, вид сбоку; на рис.3.38б то же, в плане; на рис. рис.3.38в сопло движителя, вид сбоку (в передней части сопла створки изображены открытыми, пропускающими нисходящий поток, в задней закрытыми под действием внешнего избыточного давления); на рис.3.38г - е движитель в различных точках амплитуды килевой качки судна.

Волновой движитель выполнен в виде обтекателя из двух отклоняющих пластин 1 и 2, соединенных между собой передними кромками и прикрепленных к носовой оконечности 3 судна задними кромками, и образует с носовой оконечностью 3 проточный канал, верхний обрез которого служит водозаборником и может быть расположен как выше, так и ниже ватерлинии судна. Нижний обрез канала служит соплом, расположен ниже уровня воды при максимальном подъеме носовой оконечности 3 во время килевой качки и снабжен створками 4, подвижно закрепленными на горизонтальных осях с возможностью перекрытия сопла при избыточном давлении воды снизу.

При подъеме носовой оконечности 3 поток воды входит в водозаборник и отклоняется пластинами 1 и 2 назад, создавая тягу. В верхней мертвой точке водозаборник находится выше уровня воды, т.е. верхняя часть канала осушена (рис.3.38г). При опускании носа судна под действием внешнего давления створки 4 поднимаются, перекрывая сопло. Носовая оконечность 3 продолжает опускаться, имея дополнительную положительную плавучесть, что создает дополнительное сопротивление опусканию и уменьшает амплитуду килевой качки (рис.3.38д). При достижении водозаборником уровня воды поток поступает в канал движителя и отклоняется пластинами 1 и 2 назад, создавая тягу (

рис.3.38е). После выравнивания уровней воды в канале движителя и снаружи створки 4 открываются.

В варианте с уменьшенным проходным сечением сопла при подъеме носа судна вода не успевает вытечь из сопла и ее уровень в канале движителя выше наружного, т. е. носовая оконечность поднимается, имея дополнительную подсоединенную массу, что препятствует подъему и уменьшает амплитуду килевой качки.

Таким образом, предложенный волновой движитель является также успокоителем качки.

Изобретение «СУДОВОЙ ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ» [55] (рис. 3.39) относится к движителям судов, использующим энергию морских волн. Цель изобретения уменьшение потребной мощности силового привода.

Указанная цель достигается применением вместо одного крыла нескольких кинематически связанных друг с другом и в значительной степени взаимно парирующих возмущающие моменты.

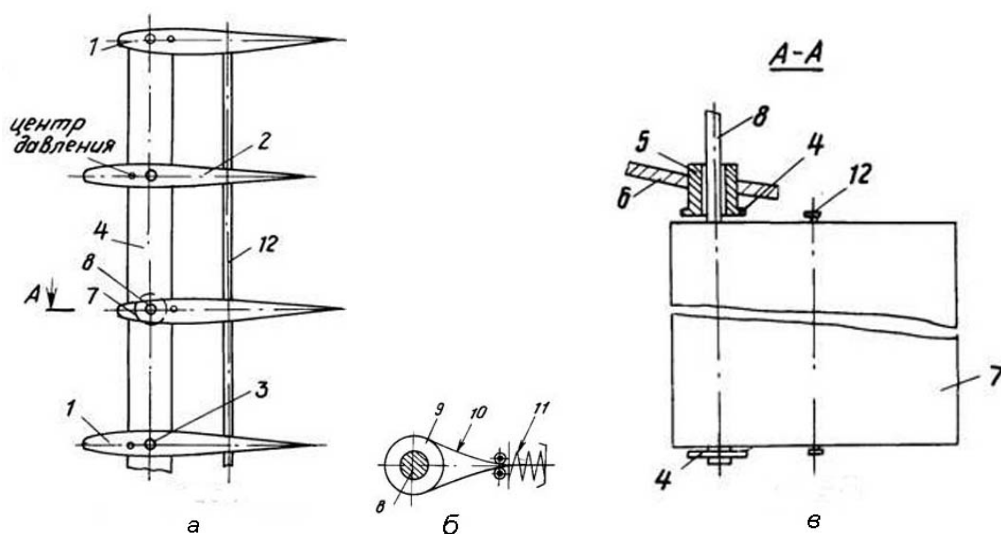


Рис.3. 39

На рис.3.39а представлена кинематическая схема движителя, вид сбоку; на рис. 3. 39б схема силового привода; на рис. 3.39 в сечение А-А на рис. 3.39а.

Движитель выполнен в виде кассеты из нечетного числа крыльев с большим удлинением, причем периферийные крылья 1, 2 свободно насажены на свои баллеры 3, жестко соединяющие между собой две вертикальные боковые стойки 4, одна из которых посредством втулки 5 жестко соединена с бортом 6 судна. Центральное крыло 7 жестко закреплено на поворотном баллере 8, пропущенном через втулку 5 и снабженном барабаном 9, соединенным металлическими лентами 10 с пружиной сжатия 11.

На рис. 3.39а показано положение центров давления крыльев, равноудаленных от оси вращения, но по разные стороны у смежных крыльев. Крылья 1, 2 и 7 в своей хвостовой части шарнирно соединены между собой жесткими тягами 12.

При воздействии скошенного набегающего потока на каждое крыло действует гидродинамическая сила, приложенная к центру давления крыла, положение которого при удалении крыла  $\beta$  неизменно вплоть до критического значения угла атаки. Моменты указанных сил у смежных периферийных крыльев 1, 2 имеют противоположное направление и взаимно компенсируются. На силовой привод воздействует лишь момент от центрального крыла 7. В случае совпадения центров давления крыльев 1, 2 с осями их вращения моменты всех периферийных крыльев равны нулю и на силовой привод также воздействует только момент от центрального крыла 7.

Изобретение «ПЛАВНИКОВЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ» [56] (рис. 3.40) относится к судостроению, а именно к плавниковым движителям использующим ЭМВ. Сущность: движитель содержит плавник 1 с выпуклыми верхней и нижней плоскостями, жестко связанный с ребром 2, которое подвижно установлено на кулисе 3, а в верхней части на кривошипе 4. Рабочее пространство плавника ограничено коробчатым ограждением 5. Выпуклые образующие продольного профиля плавника являются огибающими по отношению к верхней и нижней плоскостям коробчатого ограждения, что в совокупности обеспечивает повышение  $KПД_{\varphi}$  и надежности движителя.

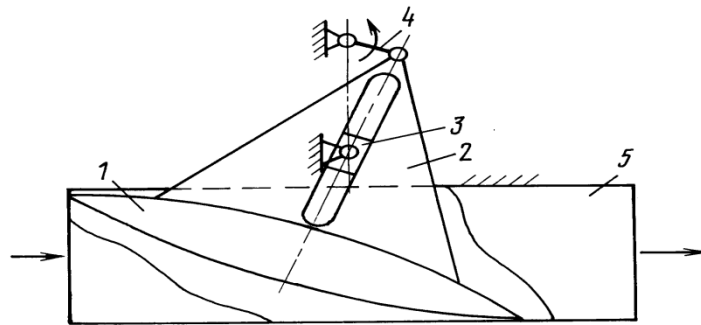


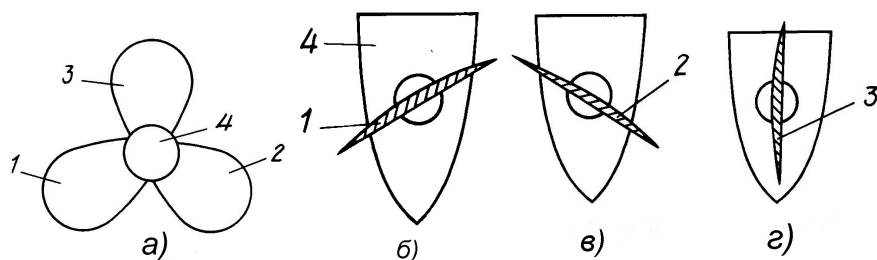
Рис. 3.40

При вращении приводного кривошипа 4 ребро 2 вместе с плавником 1 совершает сложное движение, в процессе которого плавник 1 огибает своими выпуклыми поверхностями попеременно то верхнюю (пол-оборота кривошипа 4), то нижнюю поверхность коробчатого ограждения 5. При этом между выпуклой поверхностью плавника 1 и плоской поверхностью ограждения 5 возникает замкнутый объем, уменьшающийся с вытеснением воды назад, в то время как с противоположной стороны происходит заполнение объема спереди. Таким образом, движение плавника 1 обеспечивает принужденное перемещение воды только в одном направлении, что снижает перетекание воды и повышает  $KПД_{\varphi}$ . По

принципу действия плавниковый движитель ближе к объемным, но данная конструкция позволяет снизить пульсацию тяги.

Предложенный плавниковый движитель отличается простотой и не имеет подвижных соединений, работающих в воде, что повышает его надежность. Оптимальные соотношения между размерами звеньев и кривизной профиля плавника составляет ноу-хау изобретения.

В изобретении «СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ГРЕБНЫМ ВИНТОМ РЕГУЛИРУЕМОГО ШАГА» [57] (рис. 3.41) предлагается использовать в судостроении, а именно в управлении винтами регулируемого шага (ВРШ). Сущность изобретения: одну из лопастей ВРШ при ходе судна, например, под парусом устанавливают в плоскости, проходящей через его ось, при этом ступицу расцепляют с гребным валом, обеспечивая ее свободное вращение на гребном валу. Лопасть, установленную в плоскости, проходящей через ось гребного винта, поворачивают поверхностью навстречу набегающему потоку воды, обусловленному ее орбитальным движением при волнении, а две другие лопасти поворачивают и устанавливают поверхностями навстречу друг другу под некоторыми углами к поперечной плоскости винта. Углы атаки могут быть равны по величине и обратные по знаку. Использование способа снижает сопротивление движению судна и обеспечивает получение тяги за счет изменения углов атаки поверхности винта (работает как крыло) используя энергию морских волн. Указанная цель достигается тем, что при остановленных гребном двигателе и гребном валу обеспечивают возможность свободного вращения ступицы ВРШ, а его лопасти поворачивают и устанавливают под разными углами к поперечной плоскости ВРШ, при этом одну лопасть устанавливают в плоскости, проходящей через ось ВРШ, причем ее нагнетающую поверхность обращают навстречу набегающему потоку воды при ее орбитальном движении, обусловленном волнением, а нагнетающие поверхности двух других лопастей обращают навстречу друг другу и устанавливают под некоторыми углами к поперечной плоскости ВРШ. Работоспособность способа проверена на модели в реальных условиях.



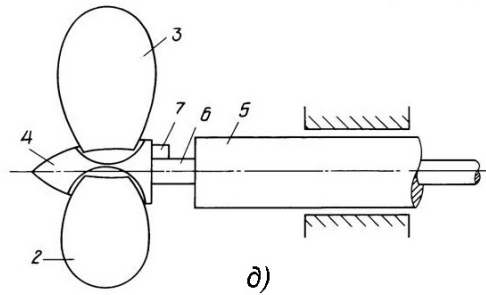


Рис. 3.41

На рис. 3.41а показан гребной ВРШ, у которого имеются три лопасти, установленные под равными углами к поперечной плоскости ВРШ; на рис. 3.41б ступица с лопастью (лопасть повернута влево от поперечной плоскости); на рис. 3.41в то же (лопасть повернута вправо от поперечной плоскости); на рис. 3.41г то же (лопасть повернута в плоскость, проходящую через ось ВРШ); на рис. 3.41д гребной ВРШ, расцепленный с гребным валом.

Конкретный пример реализации способа.

При движении судна под действием судового двигателя, например дизеля, все лопасти 1, 2 и 3 трехлопастного винта, установленные с возможностью поворота в ступице 4, повернуты на равные углы к поперечной плоскости винта, обусловленные заданными параметрами движения судна.

При движении судна под действием других движителей, например под парусом, останавливают гребной двигатель данного ВРШ, застопоривают гребной вал 5, расцепляют ступицу 4 с гребным валом 5, для чего, например с помощью внутреннего вала 6 отодвигают ее от гребного вала 5, выводят штыри 7 из зацепления с гнездами (не показаны) в гребном валу 5, обеспечивая свободное вращение ВРШ на внутреннем валу 6 с помощью опорно-упорного подшипника.

Две лопасти, например лопасти 1 и 2, поворачивают напорными поверхностями друг к другу и устанавливают под некоторыми углами к поперечной плоскости ВРШ. Эти углы могут быть равны по величине, но обратные по знаку. Лопасть 3 поворачивают и устанавливают в плоскости, проходящей через ось ВРШ, причем нагнетающую поверхность этой лопасти поворачивают навстречу набегающему потоку воды, обусловленному ее орбитальным движением или качкой судна на волнении: при направлении волны справа в диапазоне углов от 0 до 180°, когда вращение воды происходит против часовой стрелки, если смотреть со стороны кормы судна, лопасть 3 при нахождении ее в верхнем положении ориентируют поверхностью вправо, а при направлении волны слева в том же диапазоне курсовых углов, когда вращение воды осуществляется по часовой стрелке, напорная поверхность лопасти 3 при нахождении ее в верхнем положении должна быть повернута влево.

Благодаря такому положению лопасть 3 работает как флюгер, устанавливаясь вдоль набегающего потока, и поворачивает ступицу 4 с лопастями 2 и 1, которые устанавливаются с некоторыми углами атаки к набегающему потоку, проекция вектора скорости которого на поперечную плоскость судна может изменяться в диапазоне углов от 0 до 360°.

Поскольку частицы воды при волнении находятся в движении постоянно, а лопасти 1 и 2 находятся постоянно под некоторыми углами атаки к набегающему потоку, на ВРШ постоянно создается подъемная сила Жуковского, горизонтальная составляющая которой является волновой тягой, движущей судно. При этом, если направление волны перпендикулярно диаметральной плоскости судна, а частицы воды при волнении движутся по строго круговой орбите, волновая тяга, создаваемая ВРШ, будет постоянной.

Реализация способа позволяет не только снизить сопротивление движению судна, но и получить дополнительную тягу за счет энергии морских волн.

ГИДРОАЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СУДНО «ВЕТРОВОЛНОХОД» [58] (рис.3.42) относится к судостроению и касается конструирования экологически чистых судов, имеющих возможность их удержания в одной точке акватории за счет гидроаэродинамических сил при воздействии волнения моря и ветра. Сущность изобретения заключается в том, что судно оборудовано управляемыми подводными крыльями, создающими тягу на волнении, и расположенными по бортам поворотными парусами, центры бокового давления которых расположены в одной поперечной плоскости с центром бокового давления гидродинамического руля. Паруса могут быть выполнены жесткими. Они могут снабжаться приводами поворота вокруг оси мачты.

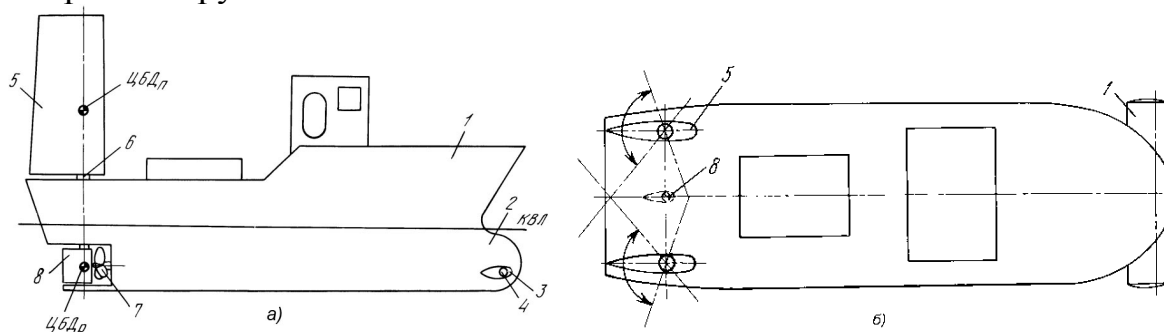


Рис. 3.42

На 3.42а показан боковой вид гидроаэродинамического судна; на 3.42б то же, вид в плане.

В носу плавучего корпуса 1 гидроаэродинамического судна или ветроволнохода установлен бульб 2 с волновым движителем, содержащим подводные крылья 3, соединенные с баллером 4. В корме на палубе



поворотно установлены жесткие паруса 5, выполненные в виде профилированных крыльев, жестко соединенные с поворотными мачтами 6 с приводами поворота.

Ниже конструктивной ватерлинии (КВЛ) установлены гребной винт 7 и гидродинамический руль 8, предназначенные для обеспечения хода и управления на тихой воде и при швартовке ветроволнохода, причем центры бокового давления (ЦБД) парусов 5 и руля 8 расположены в одной поперечной плоскости.

Эксплуатация ветроволнохода осуществляется следующим образом.

При движении ветроволнохода навстречу волне и ветру или при волне и ветре с острых носовых курсовых углов паруса 5 устанавливают вдоль набегающего потока воздуха, обусловленного как ветром, так и движением ветроволнохода. Тяга создается волновым движителем, работающим в автоматическом режиме за счет продольной качки и волнения моря. Стабилизация курса судна обеспечивается автоматически при помощи жестких парусов 5, которые работают как флюгеры, а корректировка курса может осуществляться как поворотом жестких парусов 5, так и поворотом гидродинамического руля 8.

При боковом направлении волны и ветра жесткие паруса 5 устанавливают с углом атаки к набегающему потоку воздуха. Гидродинамический руль 8 поворачивают в противоположную сторону и устанавливают с некоторым углом атаки к набегающему потоку воды, обусловленному движением и возможным дрейфом ветроволнохода. Тяга в этом случае создается на крыльях 3 волнового движителя за счет, преимущественно, бортовой качки судна и волнения моря, а также за счет жестких парусов, на которых образуется подъемная сила, направленная под углом вперед. Корректировка курса осуществляется поворотом гидродинамического руля 8 и жестких парусов 5.

При попутном направлении волны и ветра жесткие паруса 5 разворачивают и устанавливают поперек набегающего потока воздуха, при этом задние кромки парусов разводят друг от друга либо сводят к диаметральной плоскости ветроволнохода. Тягу при этом получают при помощи волнового движителя, работающего в автоматическом режиме и использующего килевую качку судна и волнения моря, а также при помощи жестких парусов, на которых создается тяга за счет сопротивления набегающему со стороны кормы потоку воздуха. Корректировка курса осуществляется поворотом гидродинамического руля и жестких парусов.

Для удержания ветроволнохода в заданной точке, без хода, по курсу навстречу ветру или волне при воздействии ветра и волны задние кромки жестких парусов разворачивают в разные стороны. При этом крылья волнового движителя, работая в автоматическом режиме, создают тягу, необходимую для компенсации силы ветрового и волнового дрейфа. Жесткие паруса, работая как флюгер, разворачивают ветроволноход

навстречу ветру или волне и, кроме того, создают аэродинамическую силу, направленную назад, которая компенсирует избыток силы тяги волнового движителя над суммой сил, вызывающих ветровой и волновой дрейф.

Корректировка курса ветроволнохода относительно ветра и волны в этом случае может осуществляться поворотом каждого из жестких парусов на различные углы, а регулирование силы сопротивления для компенсации избытка силы тяги волнового движителя изменением среднего для обоих парусов угла разведения от диаметральной плоскости.

Ветроволноход экологически чистое судно, использующее возобновляемые источники энергии, получающее энергию из окружающей среды.

Предложенное устройство позволяет с высокой точностью удерживать ветроволноход в заданной точке акватории, противодействуя ветровому и волновому дрейфу, при использовании только гидроаэродинамических сил, что бывает крайне необходимо при проведении работ в районах, где невозможна постановка судна на якорь.

Кроме того, совокупное использование волнодвигателя и парусов позволяет обеспечивать быстрый разгон судна благодаря эффективной работе паруса при любой скорости хода, а также эффективную работу волнодвигателя благодаря применению его на оптимальных скоростях хода.

Изобретение «СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЯГИ СУДНА» [59] (рис. 3.43) относится к получению и регулированию тяги судовых движителей. Сущность изобретения: в судовом движителе, например, гребном винте, по крайней мере одну лопасть, вектор линейной скорости которой прямо или под углом направлен навстречу набегающему потоку, обусловленному орбитальным движением воды при волнении, отодвигают от оси вращения, регулируют частоту вращения лопастей, обеспечивают ее равенство частоте вращения орбитального движения воды при волнении со смещением по фазе на  $180^\circ$  и совпадению по направлению. Другой разновидностью способа является непрерывное изменение расстояния лопастей от оси вращения, причем лопасти движителя вращают с частотой, большей чем частота орбитального движения воды при волнении, при этом отодвигают от оси вращения лопасти, движущиеся прямо или с некоторым углом навстречу потоку воды, а лопасти, которые движутся прямо или с некоторым углом в направлении потока воды, сдвигают к оси их вращения. Использование изобретения обеспечивает экономию топлива за счет использования энергии морских волн путем получения дополнительной тяги и позволяет регулировать величину тяги.

При направлении набегающего потока воды, обусловленного ходом судна и качкой его или орбитальным движением воды при волнении закрепленные в ступице 1 лопасти 2 и 3 остаются на том же расстоянии от

оси гребного винта, что и при работе винта при отсутствии волнения. При этом эти лопасти могут быть установлены под углом атаки к набегающему потоку для получения тяги или установлены поперек него для получения дополнительного вращающего момента гребного винта.

Лопасть 4 на штанге 5 отодвигают от ступицы, а ступицу вращают с помощью судового двигателя. При этом частоту вращения регулируют таким образом, чтобы вектор линейной скорости отодвинутой лопасти (поз. 4) был направлен навстречу набегающему потоку.

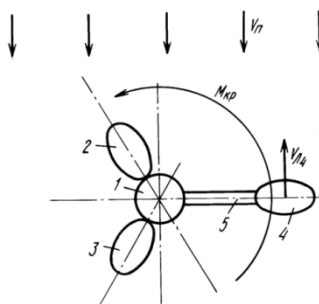


Рис. 3.43

На рис.3.43 набегающий поток, или его вертикальная составляющая, направлен вниз. Линейная же скорость лопасти направлена навстречу ему вверх. В результате на отодвинутую лопасть воздействует поток, скорость которого равна сумме скоростей набегающего потока воды (ее вертикальной составляющей) и линейной скорости отодвинутой лопасти. Горизонтальная составляющая подъемной силы есть не что иное, как тяга, полученная за счет энергии судового двигателя и дополнительной энергии от морской волны.

Для регулирования величины дополнительной, волновой, тяги изменяют расстояние между отодвинутой лопастью и осью вращения лопасти.

При таком способе регулирования добиваются совпадения частот вращения лопастей с частотой орбитального движения воды при волнении, причем вращение лопастей совпадает по направлению с орбитальным движением воды, отставая от орбитального движения воды на  $180^\circ$ .

Другой разновидностью способа является способ, при котором лопасти двигателя вращают с частотой не равной, преимущественно большей, чем частота орбитального движения воды при волнении. Лопасти в процессе работы непрерывно перемещают в радиальном направлении, а именно, отодвигают от оси вращения лопасти, которые движутся навстречу потоку воды прямо или под некоторым углом, а лопасти, которые движутся в направлении потока воды при ее орбитальном движении, перемещают к оси вращения лопастей.

Данная разновидность способа позволяет регулировать полученную тягу в более широком диапазоне.

Для изменения направления тяги не меняют направление вращения лопастей, изменяют лишь угол их наклона к оси вращения.

Предложенный способ позволяет экономить судовые запасы топлива за счет использования энергии морского волнения, обеспечивает работу движителя при отсутствии волнения моря за счет судового двигателя и плавную регулировку волновой тяги во всем ее диапазоне.

«СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОЛНОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ» [60] (рис. 3.44) предлагается использовать в судостроении, в частности в двигателях, использующих энергию морского волнения. Сущность изобретения: система управления волновым движителем, выполненным в виде крыла, шарнирно соединенным с цапфой 2 кронштейном 3, содержит напорный гидроцилиндр 5 кинематически соединенный с крылом, а также управляющие гидроцилиндры 19 - 21, соединенные последовательно между собой гидроприводами 14 с клапанами 15 - 17 и 18. При этом каждый гидроцилиндр снабжен подвижными дисками 10 с упорами 11 и ограничителями их хода, пружинами 12, установленными между дисками

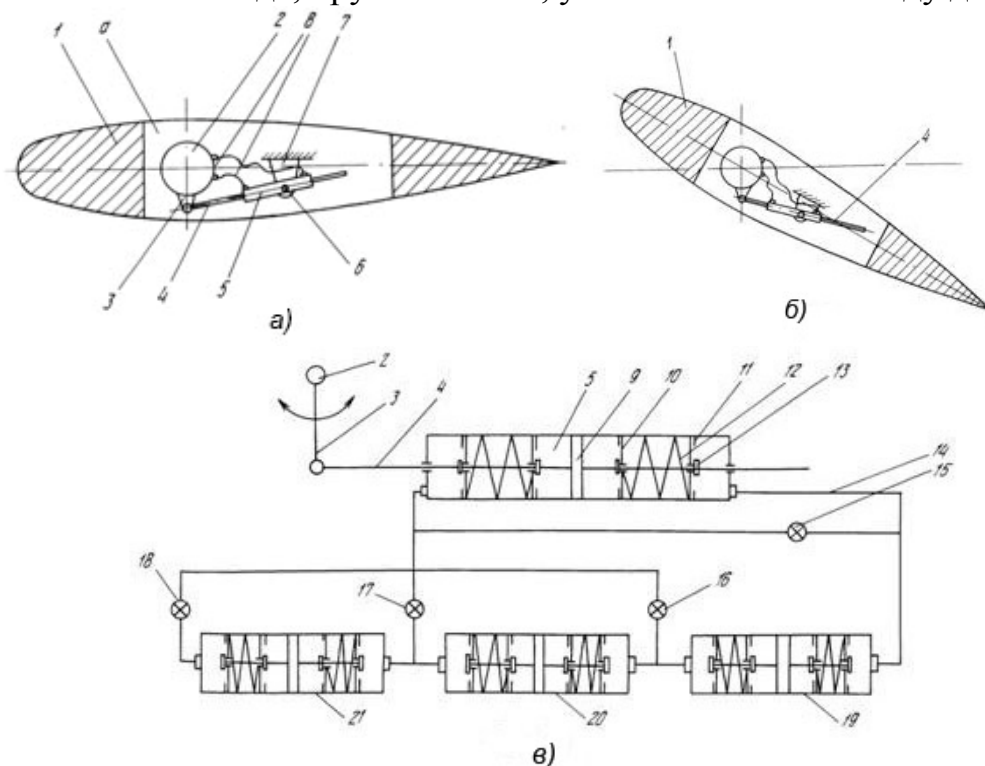


Рис. 3.44

На рис.3.44а показано крыло волнового движителя с размещенным в его полости силовым гидроцилиндром системы управления (исходное положение); на рис.3.44б крыло повернуто под действием набегающего потока; на рис.3.44в схема системы управления волнового движителя.

В полости "а" крыла 1, шарнирно соединенного с цапфой 2 кронштейном 3, цапфа 2 шарнирно соединена со штоком поршня силового гидроцилиндра 5, который посредством цапф 6 шарнирно соединен с кронштейном 7, жестко закрепленным в корпусе крыла.

Силовой гидроцилиндр 5 посредством гибких шлангов 8 соединен с гидропроводами, расположенными внутри цапфы 2 (условно не показаны).

Внутри силового гидроцилиндра 5 установлен поршень 9 жестко соединенный со штоком 4, на котором установлены диски 10, ход которых ограничивают упоры 11. Между дисками установлены предварительно поджатые пружины 12. Возможно использование вместе одной пружины блока пружин, часть из которых может не иметь предварительного поджатия. На штоке 4 закреплены упоры 13, которые вплотную примыкают к дискам 10, пружинами 12 к упорам 11.

Гидропроводы 14 с клапанами 15, 16, 17 и 18 сообщают силовой гидроцилиндр путем последовательного соединения с управляющими гидроцилиндрами 19, 20 и 21. Конструкция управляющих гидроцилиндров аналогична конструкции силового гидроцилиндра. С целью повышения надежности герметизации управляющих гидроцилиндров их штоки выполнены не выходящими за торцы гидроцилиндров.

Система управления волновым двигателем работает следующим образом.

В исходном положении система управления ВД заполнена рабочей жидкостью с нулевым или небольшим избыточным давлением. Поршни всех гидроцилиндров находятся в исходном (нейтральном) положении, клапаны 15, 16, 17 и 18 закрыты, крыло 1 в исходном нейтральном положении.

Для работы НД на самом малом ходу или на "СТОП" (для противодействия ветровому дрейфу) открывают клапан 16.

Под действием набегающего потока воды, который за счет волнения и качки судна не является горизонтальным, небалансирное крыло, т.е. крыло, у которого центр давления смещен назад от оси поворота, поворачивается и стремится встать вдоль набегающего потока. Момент вращения крыла через кронштейн 3 и шток силового гидроцилиндра передается поршню 9 и двум упорам 13. Предварительно поджатые пружины 12, воздействуя на диски 10, не дают возможности перемещаться поршню со штоком до достижения момента вращения на крыле заданного значения. При достижении заданного момента на крыле обе пружины (или оба блока пружин) начинают сжиматься, при этом происходит поворот крыла и удержание его с заданным углом атаки к набегающему потоку. Поршень 9, перемещаясь, вытесняет рабочую жидкость из полости гидроцилиндра, которая в этот момент является напорной, по гидропроводу 14 через клапан 15 в другую полость силового гидроцилиндра, которая в этот момент является всасывающей.

Для обеспечения работы системы управления на более высокой скорости, например на малом ходу, закрывают клапан 15 и открывают клапан 16, т.е. последовательно силовому гидроцилиндру 5 подключают управляющий гидроцилиндр 19.

В этом случае перемещению поршня 9 со штоком 4 противодействуют четыре пружины (блока пружин), суммарное усилие которых равно сумме сил упругости всех четырех пружин. Рабочая жидкость в этом случае из напорной полости силового гидроцилиндра 5 по гидропроводу 14 поступает в управляющий гидроцилиндр 19, перемещает его поршень, вытесняя жидкость по гидропроводу через клапан 16 во всасывающую полость силового гидроцилиндра 5.

Для работы системы, например, на среднем ходу, закрывают клапан 16 и открывают клапан 17, а для работы на полном ходу закрывают клапан 17 и открывают клапан 18. Рабочая жидкость в этих случаях перемещается из силового гидроцилиндра в управляющие гидроцилиндры 19 и 20 или 19, 21 из последнего во всасывающую полость силового гидроцилиндра. Таким образом обеспечивается работа системы управления на разных скоростях хода и разных балльности моря в расчетных режимах, что обусловлено возможностью шунтирования одного или нескольких управляющих гидроцилиндров с помощью клапанов и прилегающих к ним шунтирующих гидропроводов.

Изобретение «СУДОВОЙ ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ» [61] (рис. 3.45) относится к судостроению и касается судовых крыльевых движителей, использующих энергию волн.

Сущность изобретения: ВД содержит небалансирное поворотное крыло, закрепленное на баллере. На баллере закреплен рычаг, противоположным концом шарнирно соединенный со штоком поршня напорного гидроцилиндра блока управления. Блок управления, кроме того, содержит управляющие гидроцилиндры, связанные между собой и с напорным гидроцилиндром трубопроводами с клапанами. Внутри каждого управляющего гидроцилиндра установлен поршень, подпружиненный относительно торцов этого гидроцилиндра.

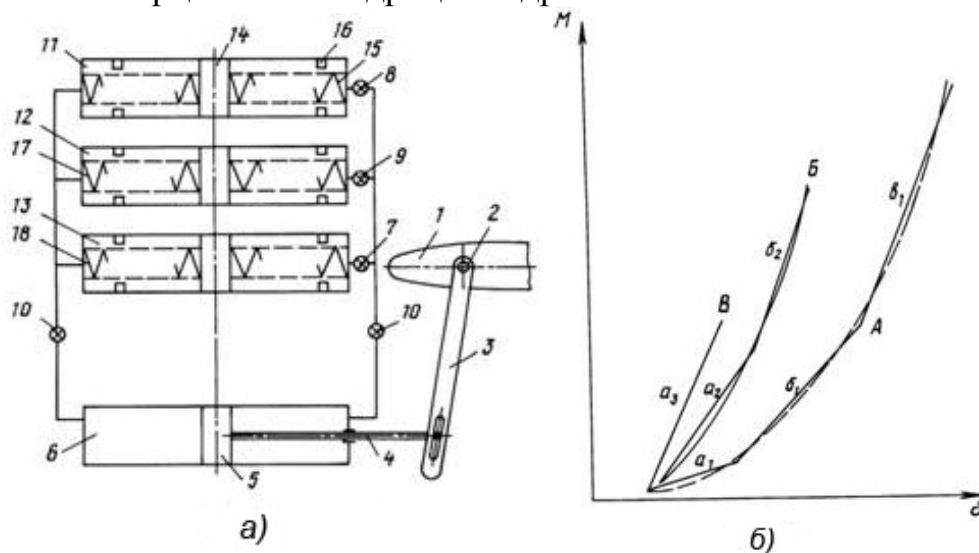


Рис. 3.45

На рис.3.45.а показан блок управления волнодвижителем. На рис.3.45.б кривые  $M(\delta)$  для различных скоростей хода судна и бальности моря.

Условные обозначения:  $\alpha$  - оптимальный угол поворота крыла, зависящий от угла скоса набегающего потока;  $M$  - момент поворота крыла;  $A$ ,  $B$  кривые потребных моментов;  $a$ ,  $b$ ,  $v$  прямые, соответствующие моментам, обеспечиваемым блоком управления волнодвижителя.

Крыло 1 волнодвижителя выполнено небалансирным (центр давления смещен назад от оси баллера) и жестко соединено с баллером 2. Баллер 2 жестко соединен с рычагом 3, наружный конец которого шарнирно соединен с поршнем 5 гидроцилиндра 6. Гидроцилиндр 6 гидравлически связан посредством трубопроводов с клапанами 7, 8, 9, 10 с управляющими гидроцилиндрами 11, 12, 13, каждый из которых содержит поршень 14, подпружиненный относительно торцов управляемого гидроцилиндра пружинами 15. Ход поршней ограничивается упорами 16. Жесткость пружин 15, 17, 18 может быть различна.

Работа устройства.

Под действием скошенного за счет волнения моря набегающего потока воды крыло 1 стремится повернуться и встать вдоль потока. Усилие, обусловленное моментом вращения крыла 1, через баллер 2, рычаг 3 и шток 4 передается поршню 5 гидроцилиндра 6. При закрытых клапанах 7, 8, 9, 10 поршень не имеет свободы продольного перемещения, поэтому крыло остается неподвижным. Неподвижно закрепленное крыло может использоваться на высоких скоростях хода судна.

На других скоростях хода при различной бальности работают управляющие гидроцилиндры 11, 12, 13 либо по одиночке, когда зависимость потребных моментов  $M$  линейные, либо в различных сочетаниях между собой, когда зависимости потребных моментов криволинейны.

Например, для обеспечения оптимального закона управления, соответствующего кривой  $A$  (рис.3.45б), необходима работа трех управляющих гидроцилиндров 11, 12, 13. Для включения их в работу открывают клапаны 7, 8, 9, 10. Усилием, переданным от крыла 1 поршнем 5, жидкость, например из левой полости гидроцилиндра 6, поступает в левые полости гидроцилиндров 11, 12, 13 и перемещает их поршни 14 вправо, при этом из правых полостей жидкость по трубопроводам перемещается в правую полость гидроцилиндра 6.

В начале перемещения поршня 14 сжимаются правые пружины во всех трех гидроцилиндрах и управляющий момент изменяется по линейному закону на графике прямая " $B$ ".

Когда поршень управляющего гидроцилиндра с пружиной, имеющей наименьшую жесткость, достигнет упора 16, суммарная жесткость работающих пружин других управляющих гидроцилиндров скачкообразно возрастет и управляющий момент  $M$  начнет изменяться по прямой "В".

При достижении поршнем этого управляемого гидроцилиндра упоров, суммарная жесткость опять возрастет и будет определяться жесткостью продолжающей сжиматься пружины, а управляющий момент будет изменяться по прямой "В".

Из графика на рис.3.45б видно, что ломаная линия, состоящая из отрезков " $a_1$ ", " $b_1$ ", " $v_1$ " с достаточной степенью точности копирует кривую "А" потребного момента управления для данной скорости хода и бальности моря.

На графике показано также управление с помощью двух управляющих цилиндров.

Кривую "В" копируют в этом случае ломаная линия " $a_2$ ", " $b_2$ ".

В том случае, когда потребный закон управления является линейным или осуществляется по кривой с большим радиусом кривизны кривая "В", - управление осуществляется одним из управляющих гидроцилиндров и управляющий момент  $M$  осуществляется по прямой " $a_3$ ", совпадающей с прямой "В".

Изобретение «ПЛАТФОРМА - ВОЛНОХОД» [62] (рис.3.46) относится к плавсредствам, использующим для движения энергию волнения водной поверхности, и касается плавучих платформ, поднятых на стойках над поверхностью воды. Сущность изобретения: платформа своими стойками, имеющими  $L$  - образную форму, опирается на поплавки удлиненной формы. К концу горизонтального отрезка названной стойки шарнирно присоединен горизонтальный рычаг, шарнирно соединенный с оконечностью поплавок, на конце рычага установлено небалансирное поворотное крыло с механизмом формирования угла атаки. При волнении водной поверхности платформа - волноход испытывает незначительную качку, а поплавки - сильную. Колебания поплавок с помощью рычага передаются баллеру крыла, которое колеблется с амплитудой, существенно большей амплитуды качки поплавок, что приводит к увеличению волновой тяги. Устройство может быть использовано на плавсредствах для развлечения и спорта, на плавучих платформах, работающих на шельфе, а также на судах торгового флота.

Платформа 1 устройства содержит  $L$ -образную стойку 2, вертикальной частью которой она опирается на поплавок 3, имеющий удлиненную в плане форму, посредством шарнира 4. Шарнир 4 расположен на вертикали, проходящей через центр тяжести (ЦТ) и центр величины (ЦВ) поплавок 3. На конце горизонтального отрезка стойки выполнен шарнир 5, а на оконечности поплавок 2 стойка 6 с шарниром,



связанная с ползуном 7, установленным на горизонтальном рычаге 8, который одним концом шарнирно соединен со стойкой 2, а другим с небалансирным поворотным крылом 9, имеющим механизм формирования угла атаки.

Работает устройство (рис.3.46а) следующим образом.

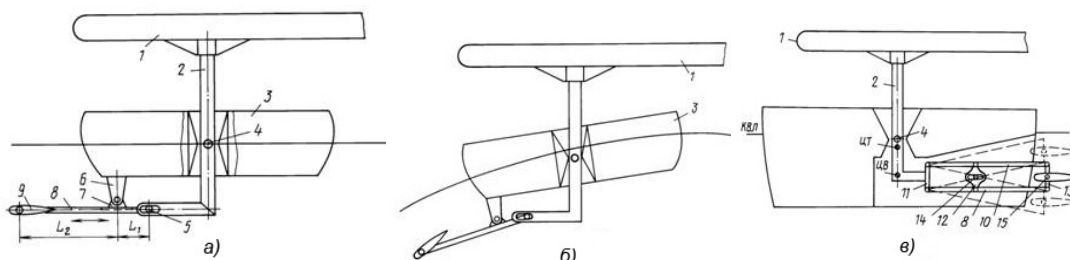


Рис.3.46

Платформа 1, опираясь с помощью стоек 2 на несколько поплавков 3, испытывает минимальную качку (рис.3.46б), а стойки 2 сохраняют свое положение с минимальными колебаниями. Поплавки 3, испытывая качку, колеблются вокруг оси шарнира 4 и передают колебания рычагу 8 с помощью стойки 6 с шарниром. Из-за разности плеч  $L_1$  и  $L_2$  амплитуда колебаний баллера крыла 9 становится больше амплитуды колебаний поплавка в месте установки стойки 6 с шарниром. Благодаря этому возрастает вертикальная скорость баллера крыла. Подъемная сила, образующаяся на нем за счет угла атаки к набегающему потоку, увеличивается при этом в квадратичной зависимости от скорости потока, а кроме того, вектор подъемной силы в большей степени наклоняется к горизонту. В результате происходит существенное увеличение волновой тяги.

Соотношение плеч  $L_1$  и  $L_2$  можно менять, перемещая рычаг 8 вдоль его оси с помощью ползуна 7, благодаря чему обеспечивается оптимизация работы волнового движителя при различных скоростях хода и степени волнения водной поверхности.

В дополнение к рычагу 8 устройство (рис.3.46в) может быть снабжено параллельным ему рычагом 10, а также тремя параллельными рейками 11 13, шарнирно соединенными с рычагами 8 и 10. Рейка 11 жестко связана с горизонтальным отрезком стойки 2. В рейке 12 выполнен горизонтальный паз, в который вставлена ось 14, жестко соединенная с корпусом поплавка. С рейкой 13 жестко связан баллер 15 крыла, совершающий при качке возвратно-поступательное движение, что обеспечивает работу механизма формирования угла атаки в оптимальном режиме при всех отклонениях рычагов от горизонтали.

Изобретение обеспечивает повышение тяги и пропульсивного волнового движителя устройства, а также расширяет диапазон его использования, позволяя получить тягу даже при слабом волнении водной поверхности, что позволяет использовать его в плавсредствах для развлечения и спорта при волнении моря в 1 - 12 балла.

Изобретение может использоваться в качестве противодрейфового устройства на плавучих платформах, работающих на шельфе, на плавучих буровых установках, плавучих маяках и т. д. а также на платформах - волноходах торгового флота.

«УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМ ВОЛНОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ» [63] (рис.3.47) предлагается использовать в судовых волновых движителях, использующих энергию морских волн для получения тяги. Сущность изобретения: устройство содержит пружину, сжатую с одной стороны тарелью, связанной гибкой связью с барабаном, надетым на баллер крыла волнодвижителя, а с другой - траверсой, соединенной с механизмом предварительного сжатия пружины с ручным и механическим приводом. Изменением жесткости пружины обеспечивают при работе оптимальный режим работы в заданном диапазоне скоростей хода судна и бальности волнения моря, а также предотвращают получение подъемной силы, превышающей допустимую нагрузку на крыло. Изобретение предназначено для повышения эксплуатационных качеств устройства управления волнового движителя.

Технический результат достигается тем, что в известном устройстве управления судовым волновым движителем каждая пружина выполнена в виде пружины сжатия, на одном конце которой установлена торцевая опора, связанная с гибкой тягой, а на другом траверса, соединенная с механизмом регулирования начальной деформации пружины, при этом опора и траверса выполнены с возможностью продольного перемещения. В исходном положении пружина поджата. Между торцевой опорой и траверсой установлена пружина меньшей длины. Профилированный барабан закреплен на баллере или дополнительном валу, связанном с баллером.

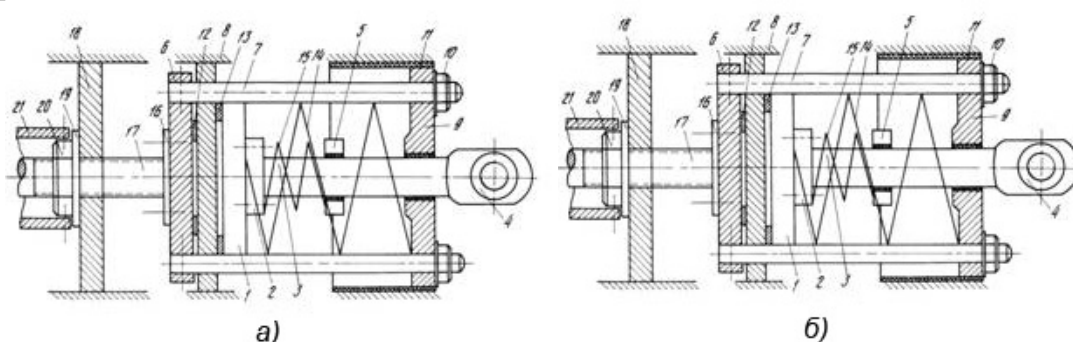


Рис. 3.47

На рис.3.47а показано устройство управления судовым волновым движителем.

На рис.3.47б возможный вариант конструкции судового волнового движителя с устройством управления.

Устройство управления содержит подвижную тарель 1, соединенную посредством диска 2 со штоком 3, на конце которого установлена серьга 4 для связи с гибкой тягой. На шток 3 надета подвижная шайба 5.

Подвижный диск 6 посредством продольных связей 7, проходящих сквозь отверстия в щите 8, соединен с подвижной траверсой 9 резьбовым соединением с гайкой 10. Подвижная траверса 9 установлена с возможностью продольного перемещения в направляющих 11. Между подвижным диском 6 и щитком 8 установлены амортизаторы 12, а между тарелью 1 и щитком 8 амортизатор 13. Между подвижной тарелью 1 и подвижной траверсой 9 установлена предварительно поджатая пружина 14, а между тарелью 1 и подвижной шайбой 5 пружина 15 меньшей длины, чем пружина 14. При этом пружина 15 прикреплена к диску 2 и подвижной шайбе 5.

С помощью фланца 16 вал с резьбой 17 соединен с подвижным диском 6. Вал 17 проходит сквозь щит 18, в который через шайбу 19 упирается гайкой 20. Гайка 20 посредством втулки 21 соединена с ручным или механическим приводом. Гибкая тяга 22 заведена на барабан 23 и жестко закреплена в точке, наиболее удаленной от устройства управления. Барабан 23 жестко закреплен на баллере 24, который, в свою очередь, жестко соединен с крылом 25.

Барабан 24 может быть закреплен на отдельном валу, который должен быть кинематически связан с баллером.

Устройство управления работает под воздействием скошенного набегающего потока волн, обусловленного волнением моря и качкой судна, на крыло 25.

Небалансирное крыло 25, поворачиваясь вместе с баллером 24, поворачивает барабан 23, натягивая при этом верхнюю или нижнюю гибкую тягу 22. Гибкая тяга 22 через серьгу 4, шток 3 и диск 2 перемещает подвижную тарель 1, сжимая пружину 14, которая противодействует установлению крыла 25 во флюгерное положение, организовывая угол атаки, что приводит к образованию на крыле подъемной силы, горизонтальная составляющая которой является волновой тягой.

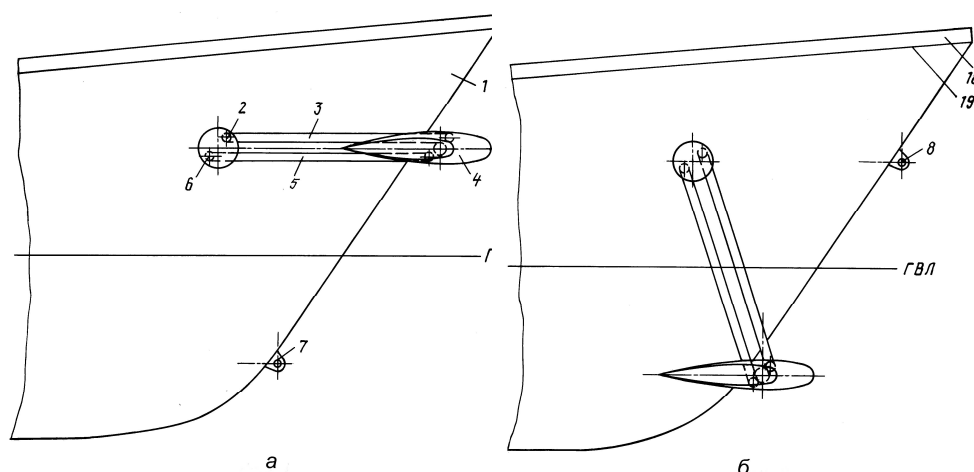
Для управления поворотом крыла на различных скоростях хода судна и бальности моря изменяют предварительное поджатие пружины 14. Для этого, вращая втулку 21 посредством ручного или механического привода, который может быть связан с компьютером автоматической системы управления, изменяют предварительное поджатие пружины 14 за счет перемещения подвижной траверсы 9 при поступательном перемещении подвижного диска 6 и продольных связей 7.

Для фиксации крыла в горизонтальном положении, что бывает необходимо на полном ходу судна или при уборке крыльев, вращением гайки 20 перемещают подвижную траверсу 9 до упора в подвижную шайбу 5, после чего перемещению тарели 1 будут противодействовать пружины

14 и 15. При этом работа крыла при нагрузках, обусловленных скошенным потоком воды, не превышающих заданного предела, происходит при отсутствии его поворота. При флюктуациях подъемной силы на крыле, обусловленных нерегулярным волнением моря и качкой судна, пружины 14 и 15 сжимаются, крыло поворачивается и устанавливается с углом атаки, при котором подъемная сила не превышает предельно допустимого значения.

Устройство управления обеспечивает широкую плавную экономичную непрерывную регулировку его работы движителя во всем диапазоне заданных скоростей хода и бальности волнения моря, предотвращая при этом образование запредельных нагрузок на конструкцию волнового движителя и корпусные конструкции судна.

«ВОЛНОДВИЖИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА СУДНА» [64] (рис.3.48) изобретение относится к судовым движителям, создающим тягу за счет энергии морского волнения. Сущность изобретения: волнодвижительная установка судна содержит небалансирные подводные крылья, установленные на баллерах, систему управления и механизм подъема крыльев. Крылья с помощью баллеров соединены с центропланом, который с помощью шарнирно - паралелограммного механизма, содержащего штанги, двумя штангами соединен с валом, который в свою очередь соединен с приводом его поворота. В нерабочем положении центроплан с крыльями размещается выше ватерлинии и с помощью стыковочного узла крепится к форштевню судна. Для перевода в рабочее положение крылья с центропланом опускаются под воду и с помощью стыковочного узла, расположенного ниже ватерлинии, центроплан крепится к форштевню. Управление крыльями - с помощью автономной автоматической системой управления.



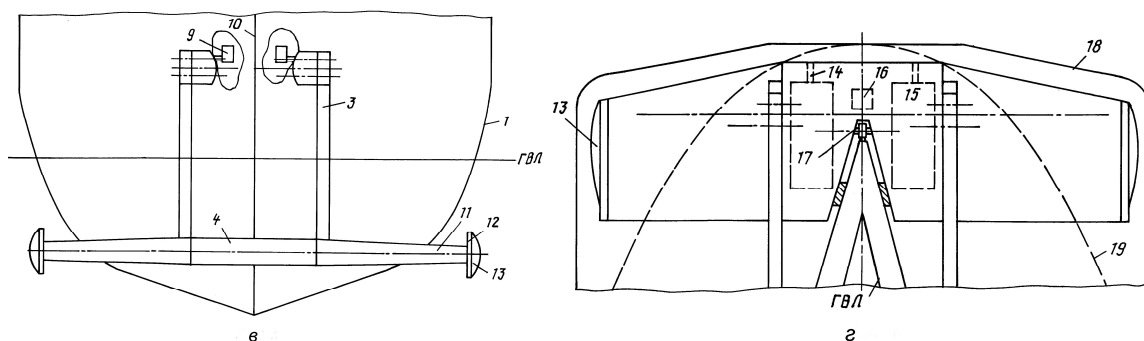


Рис. 3.48

На рис.3.48а показана волнодвижительная установка судна в нерабочем состоянии; на рис.3.48б то же, в рабочем состоянии; на рис.3.48в то же, вид с носа; на рис.3.48г то же, вид в плане.

Пример конкретного выполнения устройства.

В корпусе судна 1 перпендикулярно его диаметральной плоскости /ДП/ установлен вал 2, жестко связанный со штангой 3, которая своим носовым концом шарнирно связана с центропланом 4. Штанга 5, установленная параллельно штанге 3, шарнирно соединена с центропланом 4 и валом 6, параллельным валу 3.

На форштевне судна 1 закреплены узлы для стыковки центроплана с носом судна, при этом узел 7 установлен ниже ватерлинии, а узел 8 выше, что обеспечивает надежную стыковку центроплана с корпусом судна в рабочем и нерабочем положении.

Вал 3 связан с приводом его поворота 9, который обеспечивает подъем и опускание центроплана 4 с крыльями и стыковку его с форштевнем 10 с помощью узлов для стыковки 7 или 8. С центропланом посредством баллеров шарнирно соединены крылья 11, на концах которых установлены шайбы 12 с эластичными кранцами 13, предназначенными для демпфирования непредвиденных ударов концов крыльев о преграду: борт соседнего судна, пирс и т.д.

У передней кромки центроплана расположены приемники 14 гидродинамического давления трубки Прандтля (Пито), связанные с блоками автономной автоматической системы управления 15 либо автоматической системы управления с дистанционным переключением режимов.

В центроплане расположен блок управления 16 стопором 17, обеспечивающим стыковку центроплана с помощью узлов 7 и 8 с форштевнем. Стопор выполнен в виде штыря с гидравлическим приводом. Гидравлические коммуникации привода размещены в полях вале 6 и штанге 5.

Для предохранения поднятых крыльев центроплана от неожиданных ударов над ними расположено ограждение 18, выполненное в виде

кринолина, которое выступает за обводы 19 корпуса судна в районе верхней палубы.

В нерабочем положении центроплан 4 с крыльями 11 поднят выше ватерлинии и закреплен на форштевне 10 с помощью стыковочного узла 8.

Для перевода в рабочее положение центроплан с крыльями отстыковывается от узла 8 и посредством привода 9 и штанг 3 и 5 поступательно перемещается в подводную часть судна и состыковывается с узлом 7.

При движении судна на волнении крылья управляются по заданному закону под действием набегающего потока воды с помощью автономной автоматической системы управления 15.

«КОЛЬЦЕВОЙ СТАТИЧЕСКИЙ ВЕТРО - И ВОДОДВИЖИТЕЛЬ И УСТРОЙСТВО ВЕТРОЛЕТА, ВОДОЛЕТА И ВОДОХОДА» [65] (рис.3.49). Изобретение относится к движителям с использованием энергии течения среды. Движитель выполнен в виде многощелевого конусного кольца, поперечное сечение аэродинамического профиля которого составлено из ряда составляющих профилей, расположенных на расстоянии друг от друга. Хорда последнего составляющего профиля совпадает с хордой профиля поперечного сечения многощелевого конусного кольца, а хорды профилей, расположенных перед последним из составляющих профилей, наклонены к хорде составного многощелевого конусного кольца. Кроме того, представлены варианты размещения движителя на округлой головной части летательного аппарата с легким газом, на бульбе надводного судна и носовой части подводной лодки. Изобретение относится к воздушным, подводным и надводным водоизмещающим транспортно-производственным средствам передвижения и производства и может использоваться для снижения общего сопротивления ветродвижителя.

При обтекании такого кольца встречным потоком воздуха осевая составляющая аэродинамической "подъемной силы" профиля совпадает с направлением движения самолета, что приводит к снижению его общего сопротивления. Применение обтекателя в виде "кольца Тоуненда" давало уменьшение сопротивления фюзеляжа самолета с поршневым двигателем воздушного охлаждения на 25 - 60% и более.

К сожалению, с переходом в авиации на двигатели жидкостного охлаждения и газотурбинные "кольцо Тоуненда" было забыто и его применение не получило должного развития.

Задача изобретения - повышение эффективности использования аэро - и гидродинамической "подъемной силы" замкнутых конусно - кольцевых профилей для создания тяги.

Изобретение поясняется рис.3.49а - г.

В потоке, невозмущенное направление и скорость которого обозначены стрелкой  $V$ , находится кольцо 1 в виде усеченного конуса,

образованного вращением плоско-выпуклого аэродинамического профиля  
 2. Набегающий поток будет плавно без отрыва обтекать только наружную  
 поверхность такого кольца (рис.3.49а).

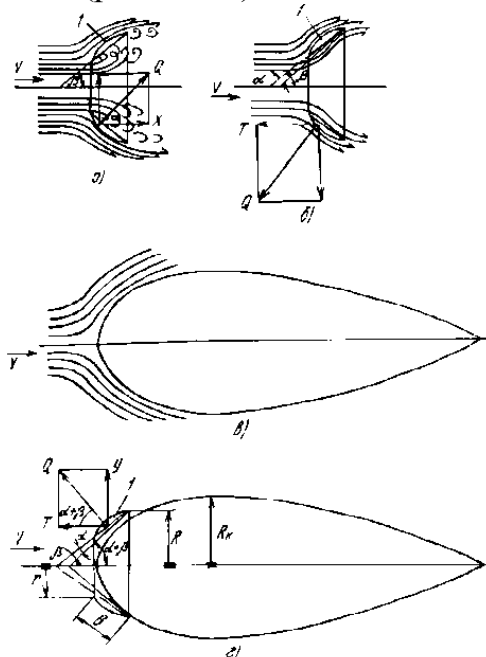


Рис.3.49

При большом угле наклона хорды профиля к направлению скорости невозмущенного потока (отрицательный угол атаки), произойдет отрыв потока от внутренней поверхности кольца, приводящий к уменьшению давления и образованию системы вихрей. Полная аэродинамическая сила  $Q$  элемента профиля кольца в этом случае будет направлена внутрь кольца, а ее осевая составляющая  $X$  - по направлению скорости  $V$  потока, т.е. будет сопротивлением для движения кольца против потока. Если обеспечить принудительное формирование направления и скорости потока, обеспечивающее безотрывное и с нужным углом атаки обтекание внутренней поверхности кольца, как показано на рис.3.49б, то полная аэродинамическая сила  $Q$  будет направлена уже наружу кольца, а ее осевая составляющая  $T$  - навстречу направлению скорости потока, т.е. будет тягой для такого режима работы кольца. Такое формирование потока, полностью отвечающее указанным требованиям, возможно, например, с помощью хорошо обтекаемого тела, показанного на рис.3.49в, путем размещения его головной части внутри конусного кольца с некоторым зазором от ее внутренней поверхности (рис.3.49г). Близкую к форме такого тела может иметь, например, корпус воздушного транспортного средства-дирижабля или корпус подводного судна, а форму головной части такого тела имеют практически все подводные носовые бульбы водоизмещающих судов, которые и можно рассматривать в качестве наиболее близких аналогов предлагаемых вертолета, водолета и водохода соответственно.

«ВОЛНОДВИЖИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА СУДНА» [66] (рис.3.50). предназначена для создания тяги при использовании энергии морских волн. Она состоит из волнового привода и волнового движителя в виде крыла, связанных между собой шарнирно - параллелограммным механизмом, включающим в себя горизонтальные и по крайней мере одну вертикальную штанги, соединенные между собой шарнирами, два из которых соединены с корпусом судна, а также упругий элемент фиксации штанг. Волновой привод содержит крыло, жестко закрепленное на вертикальной штанге. Волновой движитель содержит крыло, шарнирно соединенное с горизонтальной штангой и подпружиненное относительно нее. Плечо между осью поворота этого крыла и шарниром, соединенным с корпусом судна, больше плеча между вертикальной штангой и упомянутым шарниром. Имеется дополнительный привод, использующий энергию судового источника, для поворота горизонтальных штанг в вертикальной плоскости. Достигается повышение эффективности использования энергии морских волн путем повышения тяги.

Предложенное изобретение предназначено для повышения эффективности использования энергии морских волн путем повышения тяги.

Технический результат достигается тем, что в известной волновой силовой установке судна волновой привод содержит крыло, жестко закрепленное на вертикальной штанге, а волновой движитель - крыло, шарнирно соединенное с горизонтальной штангой и подпружиненное относительно нее, причем плечо между осью поворота этого крыла и шарниром, соединенным с корпусом судна, больше плеча между вертикальной штангой и упомянутым шарниром.

Технический результат достигается также тем, что предложенное устройство снабжено дополнительным механическим приводом, использующим энергию судового источника, для поворота горизонтальных штанг в вертикальной плоскости.

На чертеже показана волновая силовая установка судна, вид сбоку.

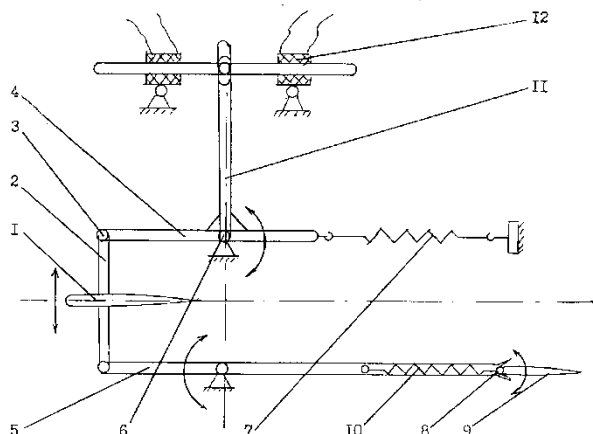


Рис. 3.50



Крыло 1 жестко закреплено на вертикальной штанге 2, которая с помощью шарниров 3 соединено с горизонтальными штангами 4 и 5, которые с помощью шарниров 6 соединены с корпусом судна.

Шарнирно - паралелограммный механизм, образованный вертикальной штангой 2, горизонтальными штангами 4 и 5, а также корпусом судна, обеспечивает возвратно-поступательное движение крыла 1 в вертикальной плоскости.

Горизонтальная штанга 4 упругим элементом, например, пружиной 7 соединена с корпусом судна, благодаря чему удерживается в горизонтальном положении. На конце горизонтальной штанги 5 с помощью шарнира 8 подвешено поворотное небалансирное крыло 9, которое удерживается соосно со штангой с помощью упругого элемента 10, а его поворот может ограничиваться упорами.

Посредством рычага 11 и шарнирно - паралелограммного механизма крыло 1 может быть соединено с приводом 12, например электрическим, выполненным в виде соленоидов.

При набегании на крыло 1 скошенного набегающего потока, обусловленного волнением моря и ходом судна, на нем образуется гидродинамическая подъемная сила, в результате чего крыло совершает поступательное движение вверх или вниз. При этом в шарнирах 6 поворачивают горизонтальные штанги 4 и 5, поворот которых ограничивается упругим элементом 7. Шарнир 8 вместе с крылом 9 перемещается по дуге окружности навстречу набегающему потоку с вертикальной скоростью, во столько раз большей, чем вертикальная скорость перемещения крыла 1, во сколько плечо между шарниром 6 и шарниром 8 больше плеча между шарнирами 3 и 6.

Упругий элемент 10 ограничивает поворот крыла 9, которое под действием набегающего потока стремится встать во флюгерное положение к этому потоку. На крыле 9 за счет угла атаки к набегающему потоку жидкости образуется подъемная сила, вектор которой существенно больше наклонен в сторону движения судна, чем вектор подъемной силы крыла 1. В итоге горизонтальная составляющая этого вектора на крыле 9, которая является волновой тягой, существенно больше волной тяги на крыле 1.

С уменьшением угла скоса набегающего потока на крыло 1 уменьшается гидродинамическая подъемная сила и под действием упругого элемента 7 штанги 4 и 5 возвращаются в исходное положение. В исходное горизонтальное положение возвращается и крыло 9.

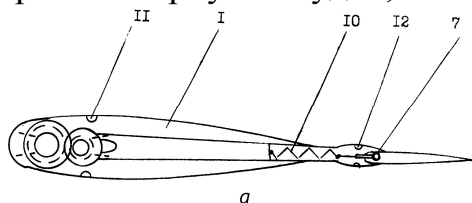
С помощью силового привода 12, получающего энергию от силового источника, рычагом 11 и шарнирно - паралелограммным механизмом можно принудительно перемещать крылья 1 и 9 и получать тягу для движения судна.

Предложенное устройство эффективно использует энергию морского волнения для создания тяги при любом направлении морской волны в

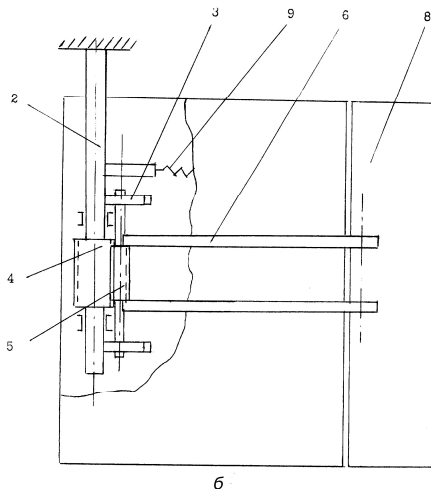
широком диапазоне бальности волнения моря: может работать при отсутствии качки судна, используя только кинетическую энергию орбитального движения воды при волнении.

«ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ» [67] (рис.3.51). Изобретение относится к судостроению, в частности к движителям, использующим энергию морских волн для движения судна. Волновой движитель содержит два небалансирных подводных поворотных крыла, из которых одно управляющее, а другое тяговое рис.3.51а. Управляющее крыло шарнирно соединено с баллером, жестко закрепленным на корпусе судна, а тяговое шарнирно соединено с штангами. Внутри управляющего крыла жестко закреплено зубчатое колесо, входящее в зацепление с шестерней, к которой прикреплены штанги. Управляющее крыло подпружинено относительно корпуса судна, а тяговое - относительно штанг. Поворот крыльев ограничивается упорами. При набегании скошенного потока воды управляющее крыло отклоняется от горизонтали, передает через зубчатую передачу вращающий момент штангам, которые заставляют тяговое крыло совершать машущее движение, т.е. перемещаться по вертикали вместе с баллером и поворачиваться вокруг него. Пружины крыльев при этом не дают крыльям устанавливаться во флюгерное положение, формируют углы атаки их к набегающему потоку, на крыльях образуются подъемные силы, наклоненные вперед. В итоге управляющее крыло вынуждает тяговое крыло совершать маховые движения, а тяговое крыло создает тягу, которая движет судно. Достигается повышение эффективности использования энергии морских волн для получения тяги, обеспечивающей движение судна рис.3.51б.

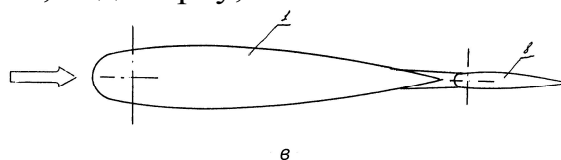
Технический результат достигается тем, что в известном волновом движителе тяговое крыло также выполнено небалансирным и шарнирно соединено со штангами, противоположные концы которых шарнирно соединены с баллером управляющего крыла, жестко соединенным с корпусом судна и шарнирно с управляющим крылом, при этом кинематическая передача содержит зубчатое колесо, жестко соединенное с управляющим крылом, и шестерню, установленную на кронштейне, жестко закрепленном на баллере управляющего крыла, входящую в зацепление с зубчатым колесом и жестко связанную со штангами, крылья снабжены устройствами управления, например пружинами, которые соединяют управляющее крыло с корпусом судна, а тяговое - со штангами.



На рис.3.51а показан волновой движитель, вид сбоку, разрез



на рис.3.51б - то же, вид сверху;



на рис.3.51в - работа волнового движителя (направление набегающего потока встречное горизонтальное);

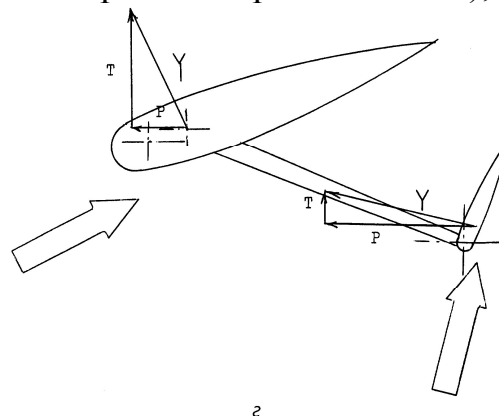


Рис. 3.51

на 3.51г - то же, направление набегающего потока снизу - спереди.

Условные обозначения, принятые в тексте и на чертежах:  $Y$  - текущая гидродинамическая подъемная сила на крыльях;  $P$  - волновая тяга;  $T$  - вертикальная составляющая подъемной силы.

Волновой движитель содержит управляющее подводное поворотное крыло 1, шарнирно соединенное с баллером 2, неподвижно соединенным с корпусом судна.

На баллере 2 жестко закреплены кронштейны 3. Зубчатое колесо 4 жестко соединено с крылом 1 и шарнирно с баллером 2, на котором установлены подшипники крыла. Шестерня 5 шарнирно соединена с кронштейном 3 и входит в зацепление с зубчатым колесом 4. К шестерне 5 жестко прикреплены штанги 6, к другим концам которых шарнирно присоединено небалансирное тяговое крыло 8 с помощью шарниров 7.

Крыло 1 может быть связано с корпусом судна упругим элементом (пружиной) 9, а крыло 8 - упругим элементом 10, которые помогают возвращать небалансирные крылья 1 и 8 при работе в исходное горизонтальное положение, а также помогают формировать необходимый угол атаки.

Формирование угла атаки может осуществляться также с помощью упоров 11 в крыле 1 и упоров 12 в крыле 8. Возможно применение других устройств управления, в том числе с силовыми приводами, работающими на энергии судового источника.

Работа предлагаемого движителя.

При горизонтальном набегающем потоке (3.51в) оба крыла устанавливаются вдоль потока. Гидродинамической подъемной силы в этот момент на крыльях не возникает.

Когда под действием морского волнения и качки судна набегающий поток отклоняется от горизонтали, небалансирное крыло 1 стремится повернуться во флюгерное положение благодаря гидродинамической подъемной силе  $Y$ , возникшей на крыле за счет угла атаки крыла к набегающему потоку, который формируется устройством управления, например пружиной 9. Разложение силы  $Y$  на составляющие дает силу  $P$  - волновую тягу, которая используется для движения судна, и силу  $T$ , которая поворачивает крыло.

Поворот крыла 1 сопровождается поворотом зубчатого колеса 4 и шестерни 5 с прикрепленными к ней штангами 6. Штанги 6 поворачиваются в сторону, противоположную повороту крыла 1. Вместе со штангами перемещается навстречу набегающему на него потоку крыло 8, совершая одновременно с этим поворот в шарнирах 7 и устанавливаясь с углом атаки к этому потоку. Угол атаки на крыле 8 формируется устройством управления, например пружиной 10 или упорами 12.

Таким образом, крыло 8, перемещаясь по вертикали и поворачиваясь в шарнирах 7, работает как машущее крыло, используя в качестве привода управляющее крыло 1. Тяга на крыле 8, приходящаяся на единицу площади крыла, больше, чем тяга, приходящаяся на единицу площади у крыла 1, что объясняется большей абсолютной величиной вектора подъемной силы и большим наклоном этого вектора к горизонту.

Поворот управляющего крыла от горизонтали осуществляется до того момента, пока вращающий момент гидродинамической подъемной силы не сравняется с противодействующим моментом, обусловленным прежде всего пружиной 9, или пока крыло 1 не встанет на упоры 11. После этого с поворотом угла скоса набегающего потока к горизонту крыло 1 под действием пружины 9 также начнет поворачиваться в сторону горизонта. Крыло 8 при этом, пройдя через положение, когда его хорда будет параллельна штангам, отклонится в противоположную сторону и будет создавать тягу за счет угла атаки противоположного знака. Крыло 1,

пройдя горизонтальное положение под действием пружины 9, продолжит поворот под действием гидродинамической подъемной силы, двигая штанги 6 с крылом 8 навстречу набегающему потоку.

Предложенный волновой движитель способен более эффективно использовать энергию морского волнения для получения тяги, может эффективно работать в более широком диапазоне скоростей хода судна и бальности волнения моря, может использоваться на практически некачающихся судах и других плавсредствах.

Изобретение «ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ СУДНА» [68] (рис. 3.52). относится к судостроению, в частности к движителям, использующим энергию морских волн. Волновой движитель судна содержит носовое и кормовое подводные поворотные небалансирные крылья. Крылья соединены между собой и жестко соединены с рычагами. Соединение крыльев между собой выполнено в виде жесткой продольной связи, к одному концу которой шарнирно присоединено носовое крыло, а другой конец неподвижно соединен с кормовым крылом и баллером. Рычаги крыльев связаны с устройствами управления крыльями. Устройства управления крыльями выполнены в виде упругих элементов. Устройство управления кормовым крылом снабжено силовым приводом с подводом энергии от судового источника. Достигается повышение эффективности использования энергии морских волн для движения судна

Техническим результатом изобретения является повышение эффективности использования энергии морских волн для движения судна. Технический результат достигается тем, что в известном волновом движителе судна второе крыло также выполнено небалансирным, а соединение крыльев между собой выполнено в виде жесткой продольной связи, к одному концу которой шарнирно присоединено носовое крыло, а другой конец неподвижно соединен с кормовым крылом и баллером, при этом рычаги крыльев связаны с устройствами управления крыльями.

Кроме того, устройство управления кормовым крылом снабжено силовым приводом с подводом энергии от судового источника.

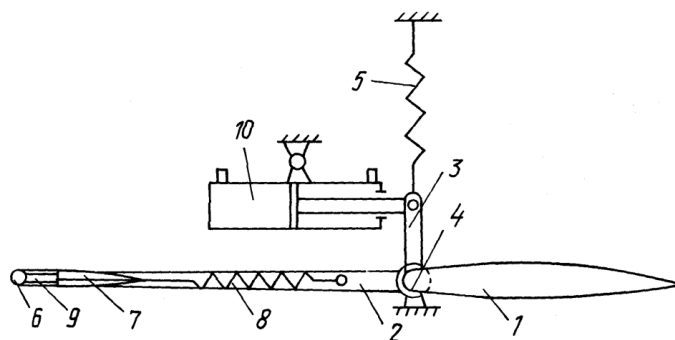


Рис. 3.52

На рисунке показан волновой движитель судна, вид сбоку.

Кормовое небалансируемое поворотное крыло 1 неподвижно соединено с жесткой продольной связью 2, рычагом 3 и баллером 4, который шарнирно соединен с корпусом судна. Упругий элемент 5 соединяет верхний конец рычага 3 с корпусом судна, благодаря ему крыло 1 стабилизируется в горизонтальном положении. На носовом конце жесткой продольной связи 2 с помощью шарнира 6 подвешено носовое небалансирное крыло 7, которое стабилизируется параллельно жесткой продольной связи с помощью упругого элемента 8, соединяющего рычаг 9 с названной связью.

К рычагу 3 может быть присоединен силовой привод 10, использующий энергию судового источника, для поворота рычага 3 с крылом 1 и жесткой продольной связью 2.

При набегании на крыло 1 скошенного потока воды, обусловленного волнением моря, оно поворачивается и стремится встать во флюгерное положение. Вместе с крылом поворачиваются жесткая продольная связь 2 и рычаг 3, жестко закрепленные на баллере 4. Упругий элемент 5, препятствуя повороту крыла 1 во флюгерное положение, устанавливает его под углом атаки к набегающему потоку. В результате на крыле образуется гидродинамическая подъемная сила, направленная под углом вперед. Горизонтальная составляющая этой силы является волновой тягой, движущей судно вперед, а вертикальная - силой, успокаивающей качку судна. Соединенное шарниром 6 крыло 7 перемещается вместе с жесткой продольной связью 2 по вертикали и также стремится встать во флюгерное положение к набегающему потоку воды. Упругий элемент 8, препятствуя повороту крыла 7, устанавливает его с некоторым углом атаки к набегающему потоку. Угол наклона скошенного набегающего потока воды на крыло 7 больше, чем на крыло 1, благодаря тому что крыло 7 вместе с шарниром перемещается по вертикали. В свою очередь гидродинамическая подъемная сила, возникающая на крыле 7, больше наклонена к горизонту, а отношение ее горизонтальной составляющей - волновой тяги - к вертикальной составляющей больше, чем аналогичное соотношение у крыла 1.

При уменьшении угла наклона набегающего потока к горизонту уменьшается гидродинамическая подъемная сила, действующая на крыло 1. Упругий элемент 5, действуя на рычаг 3, поворачивает крыло 1 и жесткую продольную связь 2 в горизонтальное положение. Уменьшается угол наклона набегающего потока на крыло 7 и упругий элемент 8, действуя на рычаг 9, возвращает крыло 7 в горизонтальное положение.

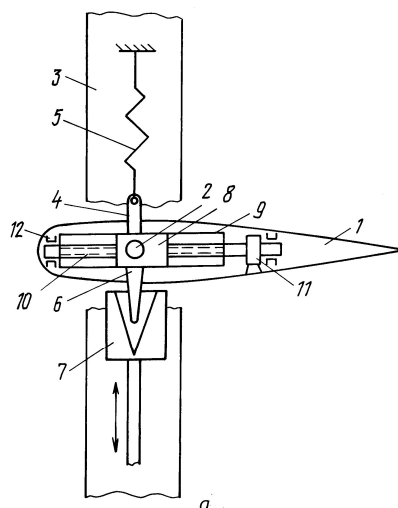
С помощью силового привода 10, получающего энергию от судового источника, можно принудительно поворачивать крыло 1 и жесткую продольную связь 2, преодолевая силы трения в подшипниках баллера 4 и обеспечивать заданные углы атаки крыла 1 к набегающему потоку.

Изобретение «ВОЛНОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ - ДВИЖИТЕЛЬ» [69] (рис. 3.53) относится к судостроению, в частности к двигателям и движителям, использующим энергию морских волн при движении судна. Волновой двигатель-движитель содержит подводное крыло, соединенное подвижно с баллером. Баллер шарнирно соединен с конструкцией корпуса судна, способной совершать возвратно-поступательные перемещения по вертикали, сообщая при этом кинетическую энергию судовому потребителю, например движителю типа "машущее крыло". Крыло способно перемещаться в нос или корму относительно баллера, располагая центр давления ближе к носу или корме оси баллера. Рычагами крыло связано с механизмами формирования угла атаки. При смещении крыла в корму оно работает как балансирное, создавая волновую тягу и передавая энергию на потребитель. При совмещении центра давления крыла с осью баллера оно работает только как двигатель, передавая энергию судовому потребителю. При расположении центра давления крыла впереди баллера крыло также работает в качестве двигателя, реагируя даже на слабое волнение моря при любой скорости хода. Достигается повышение эффективности использования энергии морских волн для движения судна при различных условиях плавания.

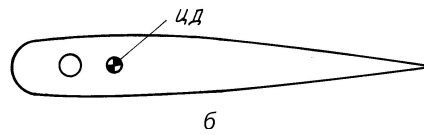
Предложенное техническое решение предназначено для повышения эффективности использования энергии морских волн для движения судна при различных условиях плавания.

Технический результат достигается тем, что предлагаемый волновой двигатель-движитель снабжен крылом, установленным на баллере, с которым крыло соединено подвижно с возможностью перемещения относительно баллера параллельно хорде крыла и снабжено механизмом перемещения, а баллер шарнирно связан с подвижным основанием и механизмом формирования угла атаки крыла к набегающему потоку.

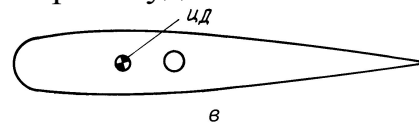
Механизм формирования угла атаки крыла к набегающему потоку может быть выполнен в виде регулируемых упоров и упругого элемента.



На рис. 3.53а - показан волновой двигатель-движитель, вид сбоку со стороны корневой хорды.



На рис. 3.53б - положение крыла ВДД, при котором его центр давления смещен в сторону кормы судна.



На рис. 3.53в - положение крыла ВДД, при котором его центр давления смещен в сторону носа.

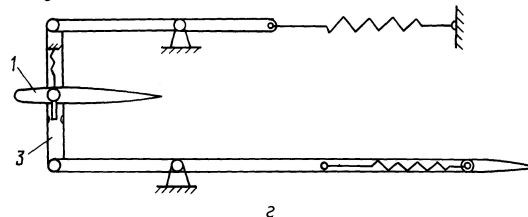


Рис. 3.53

На рис. 3.53г - показан пример использования волнового двигателя-движителя в волнодвижительной установке судна.

Крыло 1 посредством баллера 2 соединено с подвижным основанием, например стойкой шарнирно - паралелограммного механизма 3, баллер 2 с помощью рычага 4 соединен с пружиной 5. Клин 6 контактирует с регулируемым упором 7.

Баллер 2 неподвижно закреплен на ползуне 8. Благодаря направляющим 9 крыло 1 имеет возможность перемещаться по ползуну 8 параллельно хорде крыла в сторону носа или кормы судна. Перемещение осуществляется валом с резьбой 10, контактирующей с резьбой ползуна 9, при помощи двигателя 11, вращающего вал с резьбой в подшипниках 12.

Режим работы волнового двигателя-движителя зависит от многих факторов и прежде всего от волнения моря, скорости хода и качки судна.

Рассмотрим работу ВДД, например, в составе волнодвижительной установки, показанной на рис. 3.53г.

Если по условиям плавания целесообразно, чтобы крыло 1 не поворачивалось при воздействии на него скошенного набегающего потока, крыло перемещают в положение, когда его центр давления совпадает с осью баллера. Перемещение крыла осуществляют вращением вала с резьбой 10, при помощи двигателя 11 и стопорят крыло регулируемым упором, переместив его в крайнее верхнее положение. В результате крыло ВДД совершает возвратно-поступательное движение и передает кинетическую энергию движителю типа "машущее крыло".



В этом случае вертикальная составляющая подъемной силы крыла существенно больше горизонтальной составляющей - волновой тяги, а следовательно, функция двигателя в волновом двигателе-движителе будет превалировать над функцией волнового движителя.

При усилении волнения моря или качки судна, а также при снижении скорости хода увеличивается угол скоса набегающего потока, в результате чего угол атаки крыла может достигнуть за критической величины, а подъемная сила резко упасть. Во избежание этого, а также для снижения гидродинамического сопротивления крыла на до критических углах атаки угол атаки необходимо уменьшать поворотом крыла.

Для автоматического поворота крыла под действием набегающего потока необходимо создать момент вращения. Для этого крыло перемещают в сторону кормы. Между центром давления крыла и осью баллера образуется плечо, создается момент вращения крыла. Пружина 5 препятствует повороту крыла во флюгерное положение, и крыло устанавливается с некоторым углом атаки к набегающему потоку. На крыле образуется подъемная сила, которая при разложении на составляющие создает волновую тягу, движущую судно вперед, и вертикальную составляющую, которая через подвижное основание 3 передает кинетическую энергию движителю типа "машущее крыло".

Установкой зазора между клином 6 и регулируемым упором 7 можно обеспечить необходимые предельные углы поворота крыла 1.

При движении судна полными ходами при слабом волнении и слабой качке, когда угол скоса потока крайне мал, а волновая тяга практически равна нулю, ВДД переводят на работу в режиме волнового двигателя. Для этого крыло 1 перемещают в сторону носа так, чтобы его центр давления находился впереди баллера, а упор 7 регулируют на строго определенный малый угол поворота крыла 1.

Крыло в этом случае работает следующим образом. При набегании на крыло встречного потока, обусловленного скоростью хода судна и скоростью вертикального перемещения воды при орбитальном движении, крыло поворачивается в сторону, противоположную повороту во флюгерное положение, на угол, который в сумме с углом скоса потока равен углу атаки, при котором гидродинамическое качество максимально.

При изменении направления набегающего потока крыло 1 под действием пружины 5, пройдя нейтральное положение, отклоняется в противоположную сторону.

Подъемные силы, возникающие на крыле при отклонении в ту и другую стороны, почти вертикальны. Эти силы перемещают подвижное основание вверх или вниз, а кинетическая энергия от этого перемещения передается движителю типа "машущее крыло".

Волновой двигатель-движитель обеспечивает высокие тяговые характеристики за счет энергии морского волнения в широком диапазоне

волнения моря и скорости хода судна, может использоваться на судах различного водоизмещения, в том числе на мало качающихся судах и плавсредствах.

Изобретение «ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ» [70] (рис. 3.54) относится к судостроению и касается создания движителей, использующих энергию морских волн для движения судов. Волновой движитель имеет подводное поворотное тяговое крыло. Тяговое крыло шарнирно соединено со стойкой, закрепленной на горизонтальном валу. Горизонтальный вал расположен параллельно диаметральной плоскости судна. Судовой волновой движитель дополнительно снабжен небалансирным управляющим крылом. Управляющее крыло шарнирно закреплено на стойке. Волновой движитель дополнительно снабжен кинематической передачей с передаточным отношением, равным единице, между тяговым и управляющим крыльями. Ось поворота тягового крыла проходит через конструктивный центр бокового давления. Угол между средними гидродинамическими хордами тягового и управляющего крыльев не равен нулю. Тяговое крыло имеет несимметричный профиль и выпукло-вогнутую форму в продольном сечении. Технический результат реализации изобретения заключается в повышении эффективности использования энергии морских волн для движения судна.

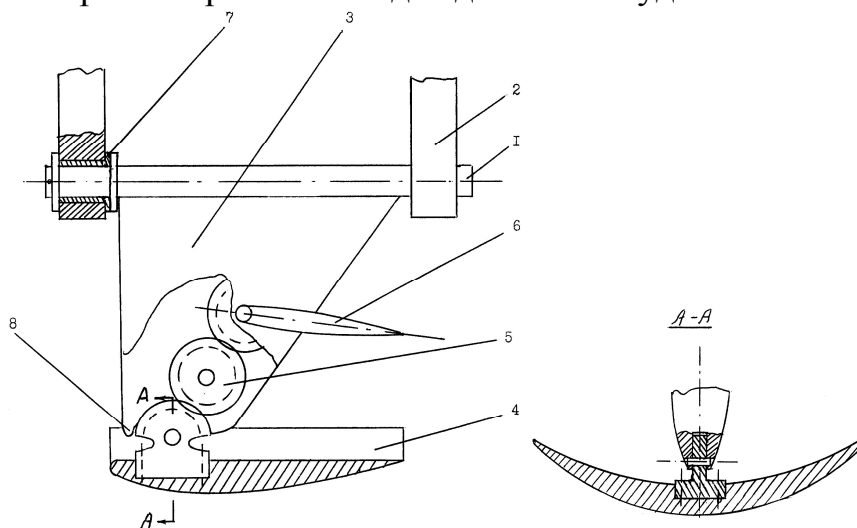


Рис. 3.54

Волновой движитель содержит горизонтальный вал 1, шарнирно соединенный с корпусной конструкцией судна, например с пилонами 2. К валу жестко прикреплена стойка 3, имеющая симметричный крыльевой профиль. Другой конец стойки шарнирно соединен с тяговым крылом 4, имеющим несимметричный профиль и выпукло-вогнутую форму по длине крыла.

Посредством кинематической передачи 5, например шестеренчатой, управляющее крыло 6 связано с тяговым крылом 4. Передаточное отношение равно единице. Тяговое усилие крыла 4 передается через

стойку 3 и вал 1 опорно - упорному подшипнику 7, расположенному в корпусной конструкции судна. Поворот крыла 4 и связанного с ним крыла 6 ограничивается упорами 8.

Крылья 4 и 6 не параллельны друг другу. Угол рассогласования устанавливается при постройке и сохраняется постоянным в процессе эксплуатации.

Волновой движитель эффективно работает при направлении волн со стороны бортовых секторов, используя энергию орбитального движения воды и качки судна.

Под действием набегающего потока воды, вектор которого располагается под углом как к вертикальной, так и горизонтальной плоскости, стойка 3 непрерывно поворачивается и устанавливается во флюгерное положение к поперечной составляющей этого потока, а крыло 6, баллер которого при этом оказывается повернутым в перпендикулярное положение к поперечной составляющей, под действием потока устанавливается во флюгерное положение к нему.

Момент вращения крыла 6 через кинематическую передачу 5 поворачивает крыло 4 и устанавливает его с углом атаки к набегающему потоку, равным углу рассогласования между крыльями, заданному при постройке. Благодаря углу атаки и несимметричному профилю крыла, а также выпукло-вогнутой форме крыла по длине на крыле 4 создается подъемная сила, направленная под углом вперед, существенно большая, чем в прототипе и, кроме того, постоянно большая нуля. Разложение этой силы на составляющие дает две силы: параллельно оси вала 1 - волновую тягу и перпендикулярно оси вала 1 - силу, которая способствует установлению стойки 3 во флюгерное положение.

Выпукло-вогнутая форма крыла 4 по длине уменьшает его гидродинамическое сопротивление при вращении вокруг оси вала 1.

Предложенный волновой движитель может эффективно работать на любых судах, в том числе мало качающихся, когда для получения тяги используется преимущественно орбитальное движение воды при волнении и не используется качка. Особенно эффективным может быть применение данного предложения на парусных судах при ходе под парусом. Это обусловлено тем, что паруса наиболее эффективно работают при тех же курсовых углах ветра, при которых наиболее эффективно работает предложенный волновой движитель. А способность этого волнового движителя работать только за счет энергии орбитального движения воды дает ему превосходство над всеми известными волновыми движителями при ходе судна под парусом, который существенно снижает качку.

Изобретение «ДВИЖИТЕЛЬ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ЭНЕРГИЮ ВОЛН» [71] (рис.3.55) относится к движителям плавсредств, использующих энергию волн, и может быть использовано для перемещения плавсредств и в качестве якоря. Движитель содержит

лопасти, соединенные последовательно посредством несущих тяг и узлов крепления, причем движитель дополнительно содержит преобразователь энергии волн, выполненный в виде тела обтекаемой формы с положительной плавучестью, имеющего хвостовой стабилизатор. Преобразователь направляющими тягами соединен с ближней и с дальней от него лопастью и посредством буксировочных тяг имеет возможность соединения с плавсредством. Дальняя лопасть выполнена жесткой и также имеет возможность посредством буксировочной тяги (тяг) соединения с плавсредством. Каждая лопасть, за исключением дальней по отношению к преобразователю, может быть выполнена в виде полосы из ткани, а узлы крепления могут быть выполнены в виде жестких нервюр, соединенных с лопастями вдоль их хорд и с несущими тягами, которые могут быть выполнены в виде полос из ткани. Достигается повышение КПД<sub>φ</sub> двигателя и уменьшение его влияния на мореходные качества плавсредства.

Поставленные задачи решаются тем, что в движителе, использующем энергию волн, содержащем лопасти, соединенные последовательно посредством несущих тяг и узлов крепления, новым является то, что движитель снабжен преобразователем энергии волн, соединенным посредством направляющих тяг с ближней и с дальней от него лопастью и имеющим возможность соединения с плавсредством, причем преобразователь энергии волн выполнен в виде тела обтекаемой формы с положительной плавучестью и снабжен хвостовым стабилизатором, а дальняя от преобразователя лопасть выполнена жесткой, с отрицательной плавучестью и имеет возможность соединения с плавсредством. Каждая лопасть, за исключением дальней от преобразователя, может быть выполнена в виде полосы из ткани, а узлы крепления могут быть выполнены в виде жестких нервюр, соединенных с лопастями вдоль линий, соединяющих передние и задние кромки лопастей. Несущие тяги также могут быть выполнены в виде полос из ткани и присоединены к нервюрам.

Преобразователь энергии волн позволяет эффективно использовать энергию волн при сохранении мореходных качеств плавсредства. Направляющие тяги, соединяющие преобразователь с ближней и с дальней от него лопастью, обеспечивают оптимальную ориентацию лопастей. Выполнение преобразователя в виде тела обтекаемой формы с положительной плавучестью, снабженного хвостовым стабилизатором, позволяет избежать потерь энергии на отражение и рассеяние волн и правильно ориентировать преобразователь. Выполнение каждой лопасти, за исключением дальней от преобразователя, в виде полосы из ткани облегчает конструкцию и уменьшает ее габариты. Выполнение дальней от преобразователя лопасти жесткой, с отрицательной плавучестью и с возможностью соединения с плавсредством с помощью буксировочной

тяги (тяг) позволяет использовать ее в качестве гидродинамического углубителя и управлять ориентацией всех лопастей. Выполнение узлов крепления в виде жестких нервюр, присоединенных к лопастям вдоль линий, соединяющих передние и задние кромки лопастей, не только формирует профиль лопастей, но и обеспечивает необходимую угловую упругость при изменении угла атаки лопастей. Выполнение несущих тяг в виде полос из ткани позволяет избежать скаса встречного потока, обтекающего профиль лопастей.

Сущность изобретения поясняется графическими материалами, где

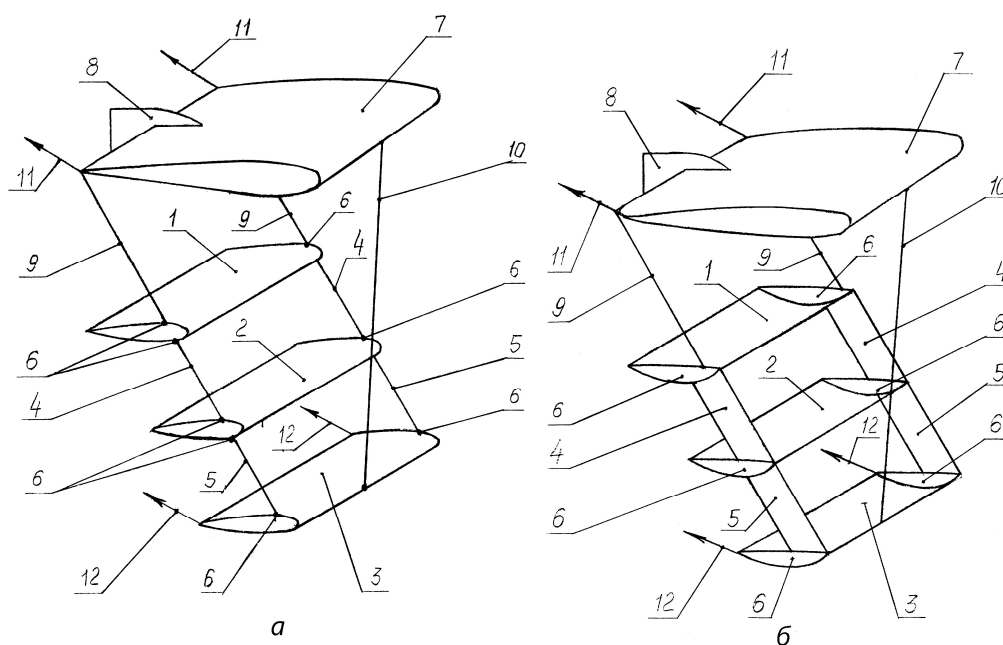


Рис. 3.55

на рис.3.55а - общий вид движителя, используемого преимущественно при больших скоростях встречного потока, на рис.3.55б - общий вид движителя, используемого преимущественно при малых скоростях встречного потока, например, в швартовом режиме.

Движитель, использующий энергию волн, содержит лопасти 1, 2, 3, последовательно соединенные друг с другом несущими тягами 4 и 5. Крепление несущих тяг к лопастям осуществляется посредством узлов крепления 6. Движитель также содержит преобразователь 7 энергии волн, выполненный в виде тела обтекаемой формы с положительной плавучестью. Преобразователь 7 имеет хвостовой стабилизатор 8.

Преобразователь 7 с направляющими тягами 9 (или, как минимум, одной тягой 9) соединен с лопастью 1, ближней по отношению к преобразователю 7, и, как минимум, одной направляющей тягой 10 - с лопастью 3, дальней по отношению к преобразователю 7. Количество лопастей может быть различным и зависит, в основном, от функционального назначения движителя или вида плавсредства, к которому он может быть присоединен.

Преобразователь 7 энергии волн имеет возможность соединения буксировочными тьягами 11 (или, как минимум, одной буксировочной тьягой 11) с плавсредством (не показано).

Дальняя по отношению к преобразователю 7 лопасть (лопасть 3) также может быть соединена с плавсредством, как минимум, одной буксировочной тьягой 12.

Несущие тьяги 4 и 5 могут быть выполнены в виде полос, например, из ткани (см. рис.3.55б).

Все лопасти, кроме дальней по отношению к преобразователю 7 (лопасти 1 и 2 согласно графическим материалам), могут быть выполнены в виде полос из ткани. Полосы прикреплены к узлам крепления 6, выполненным в виде жестких нервюр. Дальняя по отношению к преобразователю 7 лопасть (лопасть 3) выполнена жесткой, с отрицательной плавучестью.

Узлы крепления 6 могут быть выполнены в виде шарниров, расположенных на верхней и нижней частях лопастей (рис.3.55а). В случае выполнения несущих тьяг 4 и 5 и лопастей 1 и 2 в виде лент, узлами крепления являются жесткие нервюры, к которым крепят лопасти 1 и 2 и несущие тьяги 4 и 5. Крепление лопастей 1, 2 и 3 к нервюрам осуществляется вдоль линий, соединяющих передние и задние кромки лопастей.

Движитель, использующий энергию волн, работает следующим образом.

Для приведения движителя в рабочее состояние преобразователь 7 энергии волн соединяют с плавсредством буксировочными тьягами 11 и опускают на водную поверхность. В случае необходимости лопасть 3 соединяют буксировочными тьягами (тягой) 12 с плавсредством. Лопасти 1, 2, 3, соединенные несущими тьягами 4, 5 и присоединенные к преобразователю 7 направляющими тьягами 9, 10, заглубляются под воздействием дальней лопасти 3. Таким образом формируется плоская гидродинамическая решетка, ориентированная навстречу основному потоку энергии набегающих волн, чему способствует также выполнение несущих тьяг 4 и 5 в виде полос (рис.3.55б). Все лопасти закреплены посредством узлов крепления 6 так, что под воздействием внешней силы, изменяющей их угол атаки, появляется упругая сила, стремящаяся вернуть лопасти в исходное положение. Преобразователь 7, качаясь на волнах вместе с лопастями, смещает передние кромки лопастей в вертикальном направлении, при этом задние кромки лопастей под воздействием встречного потока упруго отклоняются от исходного положения. Лопасти устанавливаются в набегающем потоке под таким углом атаки, который приводит к появлению на лопастях известной пропульсивной силы, направленной вперед. Суммарная горизонтальная составляющая пропульсивной силы всех лопастей передается преобразователю 7 через

несущие тяги 4 и 5 и направляющие тяги 9, 10. При этом дальняя от преобразователя лопасть выполняет функцию гидродинамического углубителя и способствует установлению требуемой упругости углового поворота каждой лопасти. В итоге буксировочные тяги 11, связанные с преобразователем, двигают преобразователь, а следовательно, и плавсредство вперед. Необходимо отметить, что преобразователь энергии волн совместно с лопастями образует на воде колебательную систему, параметры которой известным образом согласованы со спектром волнения, поэтому преобразователь энергии волн эффективно поглощает значительную часть волновой энергии и трансформирует ее в движение плавсредства с довольно высоким КПД $\varphi$ .

В штормовых условиях при значительном ветровом сносе поверхностного слоя воды, движитель может выполнять функцию якоря без контакта со дном. Кроме того, плавсредство, двигаясь в кильватере за преобразователем или находясь между преобразователем и набегающими волнами, испытывает меньшую качку.

При проведении патентных исследований не обнаружены решения, идентичные заявленному, а следовательно, заявленное изобретение соответствует критерию "новизна".

Сущность заявленного изобретения не следует явным образом из известных решений, а следовательно, заявленное решение соответствует критерию "изобретательский уровень".

Сведений, изложенных в материалах заявки, достаточно для практического осуществления изобретения.

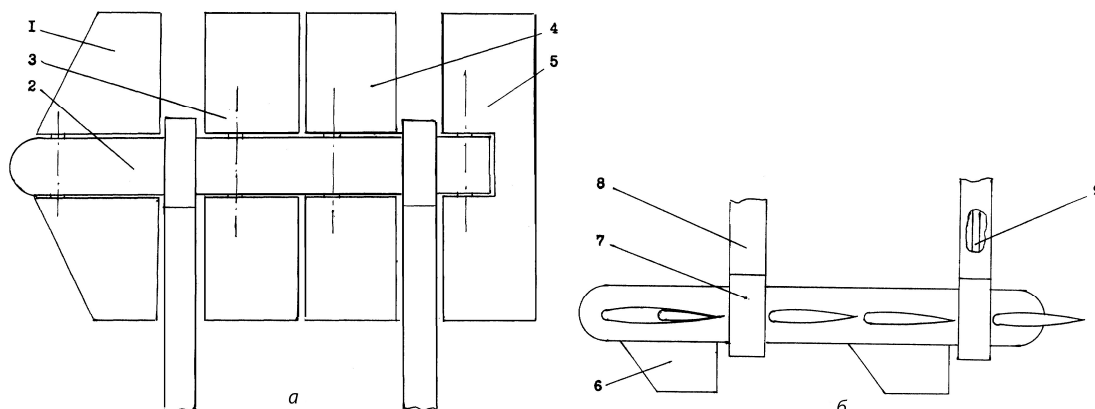
Изобретение «ВОЛНОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬ СУДНА» [72] (рис.3.56) относится к судостроению и касается движителей, использующих энергию морских волн. Волновой движитель содержит управляющее крыло 1 и управляемые крылья 3-5, шарнирно соединенные с полым горизонтальным валом 2, а также профилированные стойки, закрепленные на этом валу. Вал соединен шарнирно с корпусом судна с помощью кронштейнов. При волнении моря профилированные стойки, устанавливаясь во флюгерное положение, поворачивают вал 2, ориентируя баллеры крыльев на перпендикуляр к набегающему потоку воды, а управляющее крыло 1, устанавливаясь во флюгерное положение к потоку, посредством кинематической передачи, размещенной внутри вала 2, поворачивает крылья 3-5 на запрограммированный угол атаки, что обеспечивает возникновение на них гидродинамической подъемной силы, горизонтальная составляющая которой является волновой тягой, движущей судно.

Результат достигается тем, что волновой движитель судна снабжен дополнительной группой крыльев, часть из которых состоит из двух половин, расположенных симметрично плоскости, проходящей через ось

горизонтального вала, крылья шарнирно соединены с валом, причем вал выполнен полым и внутри него находятся названные шарнирные соединения, а также кинематическая передача, соединяющая управляющие и управляемые крылья.

Технический результат достигается также тем, что крылья имеют симметричный профиль, а горизонтальный вал снабжен фиксатором.

Технический результат достигается также тем, что управляемые крылья имеют несимметричный профиль и выпукло - вогнутую форму в продольном сечении.



На рис.3.56а показан волновой движитель судна, вид сверху, на рис.3.56б - то же, вид сбоку, крылья имеют симметричный профиль.

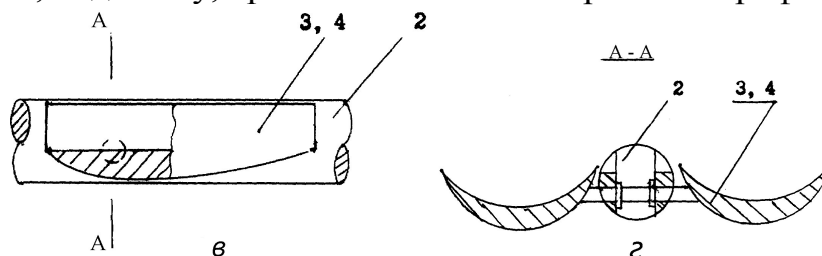


Рис. 3.56

На рис.3.56в - фрагмент волнового движителя с управляемым крылом несимметричного профиля и выпукло - вогнутой формой в продольном сечении, вид сбоку, на рис.3.56г - то же, поперечный разрез.

Волновой движитель судна содержит подводные поворотные крылья 1, 3, 4, 5, расположенные симметрично плоскости, проходящей через ось горизонтального вала 2. Крылья могут быть выполнены в виде монокрыла, как, например, крыло 5, либо состоять из двух половин. При этом по крайней мере одно крыло (или одна пара) выполнено управляющим: его центр бокового давления расположен кормовее оси баллера, а другие - управляемыми тяговыми. Для уменьшения потребного шарнирного управляющего момента центр бокового давления этого крыла совмещен с осью его баллера.

Крылья шарнирно соединены с горизонтальным валом 2. Вал 2 выполнен полым, внутри него расположена кинематическая передача для



передачи управляющего момента от крыла 1 крыльям 3, 4, 5. Снаружи к валу 2 прикреплены профилированные стойки 6.

С помощью подшипников 7, из которых, по крайней мере, один является опорно-упорным, вал 2 шарнирно соединен с корпусной конструкцией судна, например с кронштейнами 8. Внутри кронштейнов находятся приводы - штанги 9 фиксаторов вала в горизонтальном и других положениях.

Все крылья волнового движителя для большинства судов имеют симметричный профиль. Для парусных судов, движущихся большей частью под углом к ветру, наиболее эффективным для тягового крыла может оказаться несимметричный профиль и выпукло-вогнутая форма в продольном сечении.

Волновой движитель, используя энергию морских волн и качки судна, создает тягу при любых курсовых углах волны, используя при этом два следующих основных режима работы: 1) с вращающимся валом 2; 2) с зафиксированным валом 2, когда оси баллеров крыльев горизонтальны.

Первый режим работы применяется при направлении волны со стороны бортовых секторов. При этом используются все виды качки, а также рыскание судна.

Второй режим наиболее эффективен при встречной и попутной волне, при килевой и вертикальной качке судна.

При незафиксированном вале 2 набегающий поток воды при волнении, вектор которого может располагаться под любым углом к волновому движителю, поворачивает стойку 6 во флюгерное положение к потоку. Вместе со стойкой поворачивается вал 2 с баллерами крыльев, которые ориентируются при этом перпендикулярно потоку воды. Поток воздействует при этом на полный размах всех крыльев. Управляющее крыло 1 устанавливается во флюгерное положение и через кинематическую передачу поворачивает крылья 3, 4, 5 на запрограммированный угол атаки, в результате чего на них возникает подъемная сила, направленная под углом вперед, горизонтальная составляющая которой является волновой тягой, движущей судно.

При зафиксированном вале 2 крыло 1, отклоняясь вверх-вниз, отклоняет тяговые крылья на запрограммированные углы атаки, в результате чего на них образуется волновая тяга.

Описанный волновой движитель имеет меньшие габариты и массу, приходящиеся на единицу тяги по сравнению с прототипом и аналогом.

Изобретение «ВОЛНОДВИЖИТЕЛЬНАЯ МАШИНА» [73] (рис.3.57) повышает эффективность использования морских волн для повышения тяги. Полый горизонтальный вал 4 шарнирно связан с кронштейнами 9 судна. В полой валу 4 размещены вал 14 гребного винта 21 и две линии передач с полувалами 15, 16, соединенных обгонными муфтами 17. Полувалы 15 посредством шестерней 18 входят в зацепление с зубчатым

колесом 12, связанным с кронштейном 9. На одном полуvalu 16 закреплена шестерня 19, входящая в зацепление с шестерней 20 на гребном валу 14. На другом полуvalu 16 закреплена звездочка 22, соединенная цепью 23 со звездочкой 24 на гребном валу 14. При волнении крыльевая стойка, установленная на валу 4, вращает последний в разных направлениях. Линии передач обеспечивают вращение гребного винта 21 в одном направлении, что создает дополнительную тягу судну.

Технический результат достигается тем, что предлагаемая волнодвижительная машина снабжена гребным винтом, закрепленным на гребном валу, который шарнирно соединен с полым горизонтальным валом и кинематически связан с зубчатым колесом, неподвижно закрепленным на кронштейне судна, посредством двух линий передач с передаточным отношением меньше единицы, при этом каждая линия передач снабжена обгонной муфтой, противоположной другой муфте направления рабочего вращения.

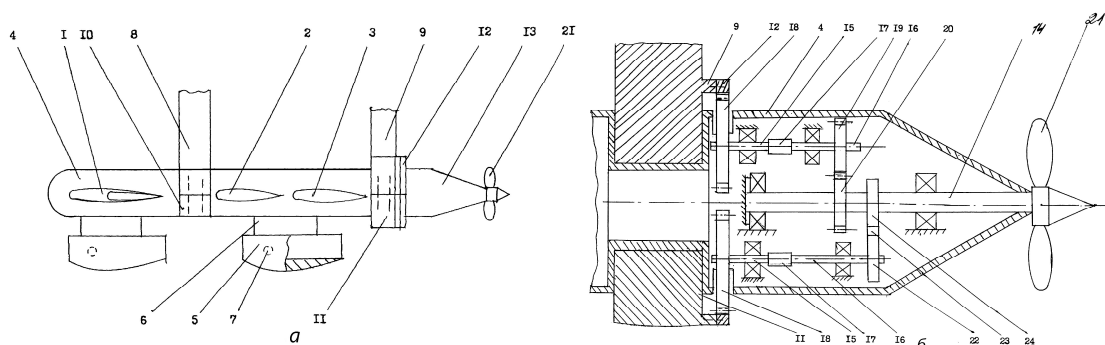


Рис. 3.57

На рис.3.57а показана волнодвижительная машина, вид сбоку, на рис.3.57б - кормовой отсек, продольный разрез.

Волнодвижительная машина содержит подводные поворотные крылья 1, 2, 3, шарнирно соединенные с пустотелым горизонтальным валом 4, а также крылья 5, шарнирно соединенные со стойками 6, имеющими крыльевой симметричный профиль, с помощью баллеров 7. Крылья 1, 2, 3 имеют симметричный профиль и состоят из двух половин, расположенных симметрично плоскости, проходящей через ось горизонтального вала 4, а крылья 5 выполнены в виде монокрыла, имеющего несимметричный профиль и выпукло-вогнутую форму в поперечном сечении.

Крыло 1 выполнено небалансирным - его центр бокового гидродинамического давления смещен в корму от оси баллера - и является управляющим. У крыльев 2, 3, 5 центры бокового гидродинамического давления совпадают с осями баллеров. Эти крылья являются управляемыми.

Управляющий момент от крыла 1 передается крыльям 2, 3, 5 с помощью кинематической передачи.

Горизонтальный вал 4 соединен с корпусом судна кронштейнами 8 и 9 при помощи подшипников с крышками 10 и 11.

С кронштейном 9 неподвижно соединено зубчатое колесо 12, через которое вращающий момент от горизонтального вала 4 через привод вращения, расположенный в кормовом отсеке 13, передается гребному валу 14.

Привод вращения включает в себя, помимо горизонтального вала 4, выполняющего функцию двигателя, две кинематические передачи с передаточным отношением меньше единицы. В каждой передаче имеется промежуточный вал, состоящий из двух соосных полувалов 15 и 16, соединенных обгонными муфтами 17. Обгонные муфты включаются при противоположных направлениях вращения.

На носовых концах полувалов 15 закреплены шестерни 18, входящие в зацепление с зубчатым колесом 12. На кормовом конце одного из полувалов 16 закреплена шестерня 19, входящая в зацепление с шестерней 20, жестко скрепленной с гребным валом 14, на конце которого закреплена гребной винт 21.

На кормовом конце другого полувала 16 закреплена звездочка 22, соединенная цепью 23 со звездочкой 24, жестко закрепленной на гребном валу 14.

Привод вращения обеспечивает вращение гребного винта 21 в одну и ту же сторону независимо от направления вращения горизонтального вала 4.

#### Работа.

Набегающий поток воды, обусловленный волнением моря, качкой и ходом судна, вектор которого может располагаться под любым углом к волнодвижительной машине, поворачивает стойку 6 во флюгерное положение. Вместе со стойкой поворачивается горизонтальный вал 4, ориентируя при этом баллеры всех крыльев на перпендикуляр к набегающему потоку. В результате поток воздействует на полный размах всех крыльев. Управляющее крыло 1, поворачиваясь вокруг оси баллера, устанавливается во флюгерное положение и посредством кинематической передачи поворачивает все крылья на запрограммированные углы атаки к набегающему потоку. На крыльях возникает гидродинамическая подъемная сила, направленная под углом вперед. Горизонтальная составляющая этой силы является волновой тягой, движущей судно, а другая поперечная составляющая поворачивает вал 4, устанавливая стойки 6 во флюгерное положение к потоку.

Поскольку вектор скорости набегающего потока меняется по направлению непрерывно, то и непрерывно осуществляется поворот или колебания всей волнодвижительной машины вокруг оси горизонтального вала. Если под действием морских волн и качки судна машина вращается постоянно в одну сторону, то постоянно работает одна из двух

кинематических передач. Ее обгонная муфта при этом находится постоянно включенной и передает вращающий момент на гребной вал 14 с гребным винтом 21. Обгонная муфта другой передачи в этом случае постоянно отключена.

При изменении направления вращения машины на противоположное, что происходит при изменении курсового угла волны с одного борта на другой, включается обгонная муфта другой передачи и отключается обгонная муфта, работавшая ранее. Вращающий момент на гребной вал с винтом передается по другой кинематической передаче, но направление вращения гребного винта остается тем же.

Если под действием морских волн и качки судна машина не вращается постоянно в одну сторону, а совершает колебательные движения в каком-то секторе, происходит периодическое переключение обгонных муфт и кинематических передач, но направление вращения гребного вала с гребным винтом остается постоянным.

Таким образом, суммарная тяга машины складывается из волновых тяг крыльев и тяги гребного винта, использующего в качестве привода волновой двигатель, то есть двигатель, использующий энергию морских волн для получения крутящего момента. В качестве такого двигателя используются стойки 6, крылья и корпус машины.

Волнодвижительная машина способна создавать большую тягу при той же площади крыльев, и эффективно работать в более широком диапазоне скоростей хода судна и балльности волнения моря.

Изобретение «АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ВОЛНОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ» [74] (рис.3.58) предназначено для повышения эффективности использования энергии морских волн для движения судна. Управляющее крыло 1 связано с управляемым крылом 2 посредством кинематической передачи, содержащей установленные на баллерах 3, 4 колеса 6, 7 равного диаметра, соединенные между собой замкнутой гибкой связью. Проворот колеса 6 на баллере 3 ограничен кольцевым упором. Колесо 7 жестко установлено на баллере 4. С помощью пружин 11 управляемое крыло 2 удерживается в положении, при котором его хорда параллельна оси корпуса 5. Управляющее крыло 1 отслеживает угол скоса потока и по достижении угла, ограниченного кольцевым упором, поворачивает управляемое крыло 2. Устройство обеспечивает работу управляемого крыла 2 с оптимальным углом атаки.

Предложенное техническое решение предназначено для повышения эффективности использования энергии морских волн для движения судна.

Технический результат достигается тем, что кинематическая передача имеет передаточное отношение, равное единице, и содержит соединенные с баллерами колеса, соединенные между собой гибкой связью, при этом баллер управляющего крыла соединен с насаженным на него колесом подвижно и снабжен кольцевым упором, неподвижно

закрепленным на нем, а колесо - выступом для ограничения поворота баллера внутри колеса, баллер управляющего крыла соединен с насаженным на него колесом неподвижно и зафиксирован параллельно оси корпуса волнодвижителя упругим элементом.

Технический результат достигается также тем, что гибкая связь выполнена в виде замкнутой цепи, а ведущее и ведомое колеса в виде звездочек.

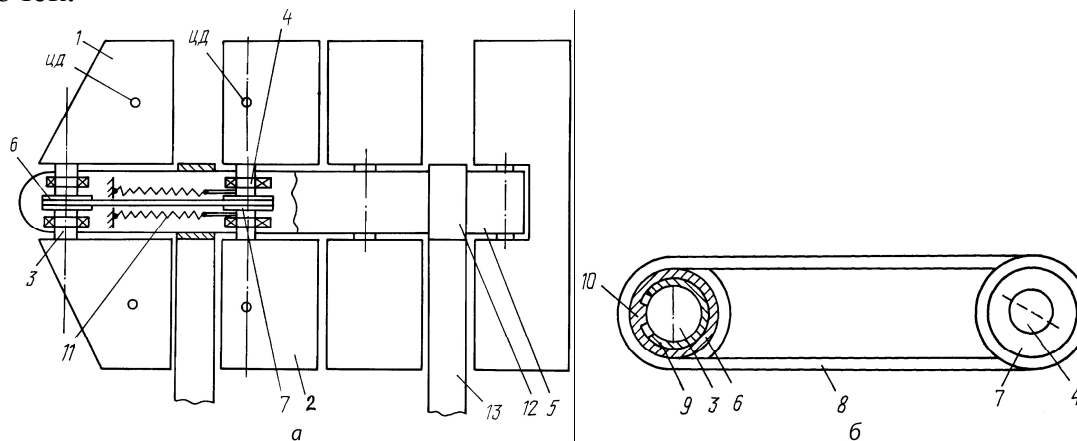


Рис. 3.58

На рис.3.58а показано автоматическое устройство управления волновым движителем, вид сверху, на рис.3.58б - кинематическая передача, вид сбоку.

Небалансирное управляющее крыло 1, центр гидродинамического давления (ЦД) которого расположен ближе к корме оси баллера, и балансирное управляемое крыло 2 с центром гидродинамического давления, расположенным на оси баллера, с помощью баллеров 3 и 4 и подшипников шарнирно соединены с корпусом 5 волнового движителя. На баллеры насажены звездочки 6 и 7, кинематически связанные между собой замкнутой цепью 8.

Звездочка 6 соединена с баллером подвижно, а ее поворот на баллере ограничен кольцевым упором 9, неподвижно соединенным с баллером 3, и внутренним выступом 10 на корпусе звездочки.

Звездочка 7 соединена с баллером 4 неподвижно.

С помощью пружин 11 управляемое крыло 2 удерживается в положении, при котором его хорда параллельна оси корпуса 5.

Корпус 5 с помощью подшипников 12 и кронштейнов 13 соединен с корпусом судна.

Работа:

При встречном волнении и зафиксированных в плоскости горизонта баллерах крыльев управляющее крыло 1, непрерывно отслеживая угол скоса потока, ориентируется во флюгерное положение к нему.

Если угол скоса потока не превышает значения  $\alpha_1$ , колебания крыла 1 не вызывают колебания крыла 2, которое удерживается в исходном

положении пружинами 11. Угол атаки при этом равен углу скоса потока, что обеспечивается благодаря свободному повороту баллера 3 внутри неподвижной в этот момент звездочки 6.

При достижении углом скоса потока значения  $\alpha_1$  кольцевой упор 9 входит в контакт с внутренним выступом 10 и звездочка 6 начинает поворачиваться, поворачивая посредством цепи 8 баллера 4 и звездочки 7 крыло 2 на постоянный угол атаки к набегающему потоку. Оптимальный угол атаки остается постоянным и при уменьшении угла скоса потока до значения  $\alpha_1$ , что обеспечивается воздействием пружин 11 и противодействием крыла 1 через кольцевой упор 9 и внутренний выступ 10. По достижении скоса потока значения  $\alpha_1$  крыло 2 останавливается и удерживается в исходном положении пружинами 11.

Таким образом устройство управления обеспечивает работу управляемого крыла с оптимальным углом атаки, начиная с угла скоса потока, равного оптимальному углу атаки.

Изобретение «ВОЛНОДВИЖИТЕЛЬНАЯ МАШИНА» [75] (рис.3.59) относится к судостроению и касается создания машин, использующих энергию морских волн для движения судов и выработки электрической энергии. Волнодвижительная машина содержит горизонтальный вал, на котором шарнирно установлены подводные поворотные крылья и кили. Крылья связаны между собой кинематической передачей, и по крайней мере одно крыло выполнено небалансирным управляющим. Кроме того, машина снабжена гребным винтом и электрической машиной, кинематически связанными с горизонтальным валом. Причем передаточное отношение передачи от горизонтального вала к гребному винту меньше единицы, а передаточное отношение передачи от электрической машины к горизонтальному валу больше единицы. Изобретение позволяет улучшить эксплуатационные характеристики за счет обеспечения возможности создавать тягу при малой бальности волнения моря, в том числе и при отсутствии волнения.

Технический результат достигается тем, что волнодвижительная машина, содержащая горизонтальный вал с шарнирно соединенными с ним подводными поворотными крыльями, связанными между собой кинематической передачей, из которых по крайней мере одно выполнено небалансирным управляющим, а также кили, соединенные с горизонтальным валом, снабжена гребным винтом и электрической машиной, кинематически связанными с горизонтальным валом, причем передаточное отношение передачи от горизонтального вала к гребному винту меньше единицы, а передаточное отношение передачи от электрической машины к горизонтальному валу больше единицы.

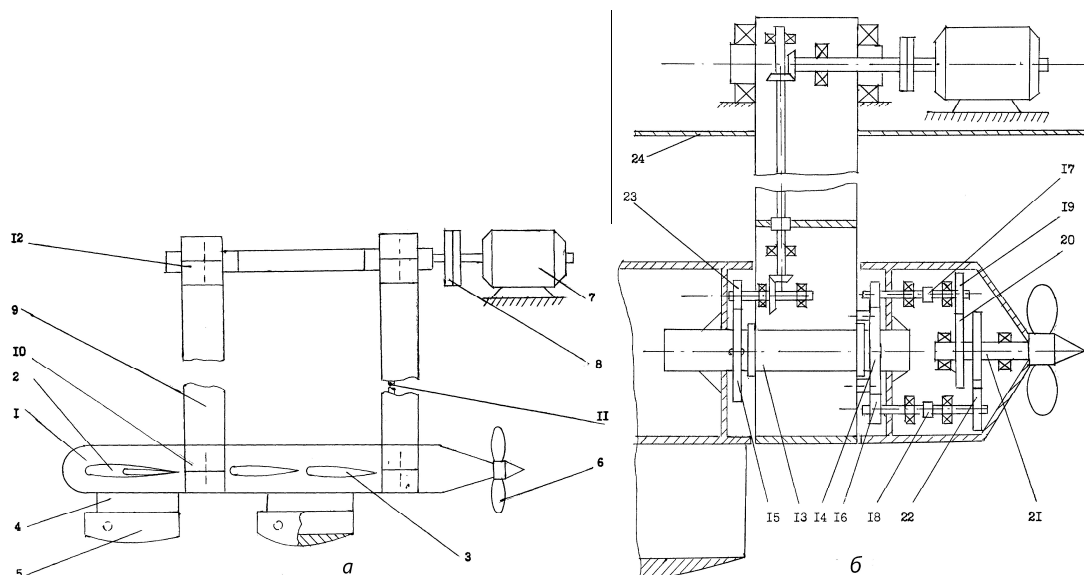


Рис. 3.59

На рис.3.59а показана волнодвижительная машина, вид сбоку, на рис.3.59б - то же, разрез.

Волнодвижительная машина содержит пустотелый горизонтальный вал 1, к которому шарнирно присоединены небалансирное управляющее крыло 2 и балансирное управляемое крыло 3, а также неподвижно присоединены кили 4, к которым шарнирно присоединены крылья 5. Крылья 2 и 3 состоят из двух половин, расположенных по обе стороны горизонтального вала, и имеют возможность поворота на разные углы под действием управляющего импульса от соответствующей половины крыла 2 через кинематическую передачу левого или правого борта. Крылья 5 выполнены в виде монокрыла, имеющего несимметричный профиль и выпукло-вогнутую форму в поперечном сечении.

В кормовой оконечности горизонтального вала 1 расположен гребной винт 6 регулируемого шага, а внутри герметичного корпуса 24 судна - электрическая машина 7, соединенная с горизонтальным валом посредством сцепной управляемой муфты 8 и кинематической передачи.

С корпусом судна горизонтальный вал соединен кронштейнами 9 с подшипниками 10, внутри кронштейнов проходит вал кинематической передачи 11, связывающей электрическую машину 7 с горизонтальным валом 1 с передаточным отношением, большим единицы, и вал привода поворота лопастей винта регулируемого шага. С помощью неподвижного соединения 12 кронштейнов 9 с валом силового привода горизонтальный вал может подниматься из-под воды для осмотра и ремонта. Опорно-упорный подшипник 10 подвижно соединен с валом 13, снабженным упорными гребнями и неподвижно закрепленным внутри горизонтального вала 1. На валу 13 подвижно закреплено зубчатое колесо 14 и неподвижно - зубчатое колесо 15. Зубчатое колесо 14 неподвижно соединено с кронштейном 9.

Крутящий момент от горизонтального вала 1 через вал 13, кормовую оконечность корпуса машины, шестерни 14 и 16 передается обгонным муфтам 17 и 18, соединяющим соосные полувалы.

Вращение горизонтального вала по часовой стрелке (при взгляде со стороны гребного винта) сцепляет одну из обгонных муфт, например 17. Другая в это время расцеплена. Крутящий момент через шестерни 19 и 20 передается гребному валу 21, который поворачивает гребной винт по часовой стрелке.

Вращение горизонтального вала против часовой стрелки сцепляет обгонную муфту 18 и расцепляет 17. Крутящий момент через цепную передачу передается гребному валу, который вращает гребной винт опять по часовой стрелке.

Крутящий момент, передаваемый горизонтальным валом гребному винту, может быть увеличен за счет работы электрической машины 7. Для этого ее связывают кинематически с валом 13 через сцепную управляемую муфту 8, кинематическую передачу, шестерню 23 и зубчатое колесо 15.

Работа.

Набегающий поток воды, обусловленный волнением моря, качкой судна и скоростью хода, вектор которого может располагаться под любым углом к горизонтальному валу 1 машины, поворачивает этот вал, стремясь установить кили 4 во флюгерное положение. Поворот осуществляется за счет гидродинамических подъемных сил, образующихся на крыльях 5 и килях. Баллеры всех крыльев устанавливаются при этом перпендикулярно набегающему потоку, в результате поток воздействует на полный размах крыльев.

Управляющее крыло 2, поворачиваясь вокруг оси баллера, устанавливается во флюгерное положение и посредством кинематической передачи поворачивает все крылья на запрограммированные углы атаки к набегающему потоку. На крыльях возникает гидродинамическая подъемная сила, направленная под углом вперед, горизонтальная составляющая которой является волновой тягой, движущей судно.

Поскольку вектор скорости набегающего потока меняется по направлению непрерывно, постольку непрерывно вращается или колеблется вокруг своей оси горизонтальный вал 1. Крутящий момент от горизонтального вала через кинематическую передачу передается гребному винту, заставляя его вращаться с частотой, большей, чем частота вращения горизонтального вала.

Тяга (упор) гребного винта добавляется к волновой тяге крыльев. И та, и другая тяга созданы в описанном примере за счет энергии морских волн и качки судна.

Увеличить тягу волнодвижительной машины можно путем увеличения тяги гребного винта. Для этого необходимо увеличить крутящий момент горизонтального вала 1, сообщив ему дополнительный



крутящий момент от электрической машины и изменив шаг винта, не меняя частоту вращения горизонтального вала.

Избыток крутящего момента можно использовать для выработки электрической энергии.

Волнодвижительная машина способна создавать тягу во всем диапазоне скоростей современного судна, используя частично или полностью энергию морских волн для создания этой тяги.

Изобретение «НОС СУДНА» [76] (рис.3.60) относится к гидродинамике и судостроению и может быть использовано для увеличения скорости хода судна без повышения мощности его энергетической установки или для экономии топлива при снижении мощности в случае расчетной скорости хода. Нос судна содержит щиты, установленные ниже ватерлинии с двух его сторон. Передняя часть щитов параллельна направлению движения судна. Нижние и верхние горизонтальные кромки щитов соединены с обшивкой судна пластинами с образованием каналов. Внутри канала по его длине размещено по крайней мере одно решетчатое крыло с регулируемым углом атаки составляющих решетку крыльев. Переднее крыло решетки установлено вблизи обшивки судна. Заднее крыло решетки установлено у поверхности боковой стенки канала. Промежуточные крылья решетки находятся между передним и задним крыльями. Вдоль задней кромки крыльев на нижней поверхности установлен пластинчатый интерцептор. Технический результат реализации изобретения заключается в увеличении силы тяги судна, что обеспечивает возможность повышения скорости хода судна или возможностью уменьшения расхода топлива при прежней скорости хода судна.

Технический результат изобретения состоит в повышении величины тяги судна и соответственно в увеличении скорости хода или уменьшении расхода топлива.

При необходимости устройство может быть применено как дополнительное средство для маневрирования судном. При этом достаточно перекрыть один из каналов путем соответствующего поворота крыльев решетки.

Результат достигается тем, что в известном устройстве, содержащем щиты, установленные ниже ватерлинии с двух сторон носа судна, передняя часть щитов параллельна направлению движения судна, причем нижние и верхние горизонтальные кромки щитов соединены с обшивкой пластинами, внутри канала по его длине размещено по крайней мере одно решетчатое крыло с регулируемым углом атаки составляющих решетку крыльев, при этом переднее крыло решетки установлено вблизи обшивки судна, а заднее - по диагонали в корму судна у поверхности боковой стенки канала, промежуточные крылья решетки - между передним и задним крыльями, причем на нижней поверхности вдоль задней кромки крыльев установлен пластинчатый интерцептор, форма обшивки судна и

боковой стенки канала соответствует поверхности тока реальной жидкости при обтекании установленных тел в канале.

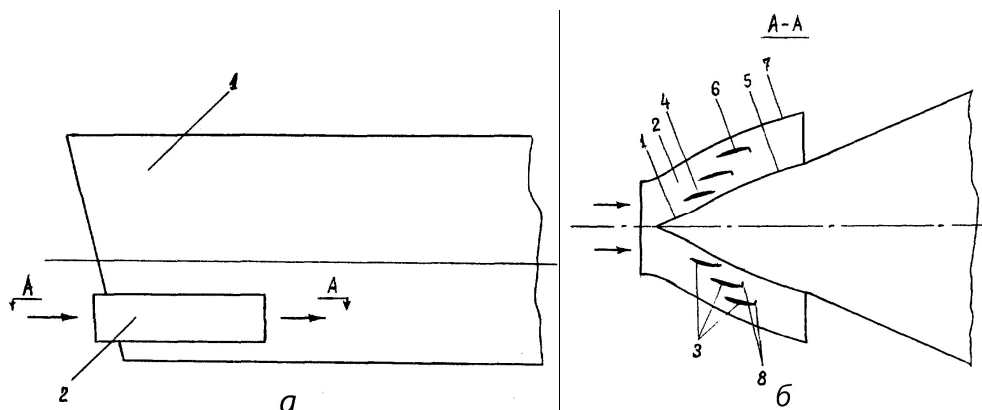


Рис. 3.60

На рис.3.60а представлен нос судна с каналом (вид сбоку), на рис.3.60б дан горизонтальный разрез устройства.

Устройство состоит из установленных в носу судна 1 ниже ватерлинии бортовых каналов 2 (рис.3.60а) и размещенных в каналах решетчатых крыльев 3 (рис.3.60б) (показано одно решетчатое крыло в канале). Переднее крыло 4 решетки 3 установлено вблизи обшивки 5 судна, заднее крыло 6 решетки - у боковой стенки 7. Все или часть крыльев решетки имеют пластинчатые интерцепторы 8, закрепленные на нижней поверхности крыла вдоль задней его кромки. Устройство регулирования углом атаки крыльев решетки не показано.

Устройство работает следующим образом. При движении судна 1 набегающий на нос поток воды под напором поступает в каналы 2, при этом на решетчатом крыле 3 возникает подъемная сила, величина которой регулируется путем установки угла атаки крыльев. Расположение крыльев 4 и 6 относительно обшивки 5 судна и боковой стенки 7 выбирается из условия минимально возможной величиной проекции дополнительного сопротивления, вносимого решетчатыми крыльями, на направление движения судна.

Проекция подъемной силы на направление движения судна дает дополнительную силу тяги. Величина подъемной силы, а также гидродинамического качества решетки за счет взаимодействия потоков между крыльями существенно (до двух раз) выше по сравнению с одиночным крылом. Установка пластинчатого интерцептора 8 способствует дальнейшему повышению подъемной силы и гидродинамического качества решетчатого крыла. Действительно, с одной стороны, интерцептор увеличивает подъемную силу каждого крыла решетки, создавая подпор на нижней поверхности крыла за счет торможения потока перед интерцептором. С другой стороны,

интерцепторы сужают расстояние между соседними крыльями, что увеличивает скорость обтекания верхней поверхности нижележащего крыла. Для уменьшения гидравлического сопротивления внутри канала форма обшивки и боковой стенки канала соответствует поверхности тока реальной жидкости при обтекании установленных в канале обтекаемых тел для заданной скорости хода судна, например максимальной.

Выполненные оценки показывают, что предложенное устройство дает возможность существенно (примерно до 10%) повысить силу тяги судна, что позволит увеличить скорость движения судна или при прежней скорости снизить расход топлива.

«УСТРОЙСТВО ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ТЯГИ СУДНА» [77] (рис.3.61) Изобретение относится к судостроению и касается создания устройств для использования энергии волн с целью увеличения силы тяги для пропульсивного движения судов. У судна, имеющего дополнительное дно в виде наклонной поверхности в подводной части носовой оконечности, выполнено устройство, использующее энергию волн. В подводной части кормовой оконечности судна жестко установлен стабилизатор в виде крыльевого профиля для создания дифференциального момента. Дифференциальный момент способствует при взаимодействии упомянутой наклонной поверхности с потоком жидкости на волнении увеличению тяговой силы.

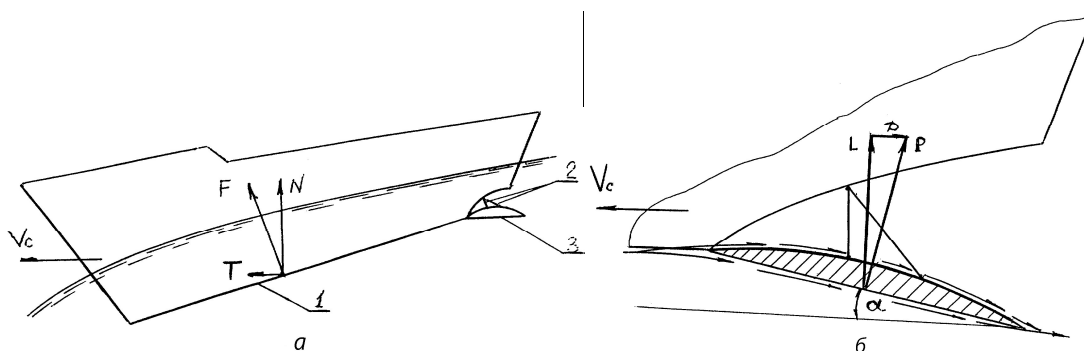


Рис. 3.61

Это достигается тем, что в подводной части кормовой оконечности судна с помощью кронштейнов 2 (рис.3.61а) жестко устанавливается стабилизатор 3 в виде крыльевого профиля, позволяющий более эффективно взаимодействовать подводной части корпуса судна с потоком жидкости на волнении. Стабилизатор не выступает за габариты судна и устанавливается под небольшим углом атаки к горизонтальной плоскости (рис.3.61б), оптимальное значение которого будет установлено в процессе экспериментальных исследований. Как показали предварительные исследования, проведенные на Черном море в г. Севастополе и в Коктебеле, применение стабилизатора в виде кормового крыльевого

профиля 3 (рис.3.61а) в тандеме с дополнительным наклонным дном 1 позволило более чем в два раза увеличить скорость движения модели против волны. Для предотвращения действия кавитации и срыва потока применяют профиль крыла с равномерным распределением давления на верхней стороне крыла (стороне разрежения). Одним из таких профилей является легко изготавливаемый сегментный профиль с острыми входящими и выходящими кромками. Нижняя поверхность из соображения простоты делается плоской. Однако для повышения коэффициента гидродинамического качества и подъемной силы нижнюю поверхность можно сделать вогнутой. Наклонная поверхность в районе носовой оконечности подводной части судна и крыльевой профиль в подводной части кормовой оконечности работают как одно целое, формируют поток жидкости на волнении в районе подводной части судна так, что происходит плавное обтекание корпуса судна даже при качке, при этом снижается сопротивление корпуса судна и увеличивается скорость хода.

Кормовой крыльевой профиль выполняет роль несущей поверхности, представляющей собой тонкое, хорошо обтекаемое тело, которое движется в жидкости с малым углом атаки и на котором возникает гидродинамическая подъемная сила  $L$ , действующая перпендикулярно направлению движения (рис.3.61б). Подъемная сила  $L$  есть составляющая гидродинамической силы  $P$ , а сила сопротивления  $D$  действует в направлении отрицательных значений скорости  $V$  хода судна.

Кроме снижения сопротивления движению судна из-за плавного обтекания корпуса при наличии кормового крыльевого профиля, последний заставляет подъемную силу  $L$ , действующую на плече, равном длине судна, создавать дифференциальный момент, благодаря которому наклонная поверхность 1 (рис.3.61а) более эффективно взаимодействует на волнении с потоком жидкости, увеличивая при этом силу  $F$  и, следовательно, ее составляющие: силу  $N$  и тяговую силу  $T$ , а следовательно, и скорость  $V$  судна.

В этом изобретении предлагается усовершенствование конструкции устройства, которое позволит существенно увеличить тяговую силу и позволит судну двигаться самостоятельно против волны без работы главного двигателя. В аварийных ситуациях в случае выхода из строя главного двигателя, когда требуется запас времени для его ремонта или вызова спасательного судна, это устройство позволит судну не только снизить скорость дрейфа, но и двигаться вперед против волны.

В группе изобретений Горшкова В.В. усматриваются необоснованные конструктивные сложности, и как утверждает их автор, эта группа изобретений направлена на расширение арсенала технических средств. Предлагается их беглое аннотированное рассмотрение.

**СЕКЦИОННОЕ УПРУГОСГИБАЕМОЕ СУДНО, ЕГО КАЧЕПРИВОДНОЙ ДВИЖИТЕЛЬ И СПОСОБ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ МОРЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВОЛН [78]** использующим энергию качки для обеспечения собственного поступательного движения и/или снабжения бортовых потребителей

Секционное упругосгибаемое судно делится на три секции, которые шарнирно упруго сочленены друг с другом, так что центральная грузовая секция "висит" на оконечных предельно легких безинерционных секциях, вдавливая их в воду силовым моментом пружин настолько, что они держатся на плаву горизонтально. При волнении моря равновесие нарушается, и оконечные секции приводятся в качку. Относительные движения тяжелой центральной секции и оконечных безинерционных секций, раскачиваемых волнами, преобразуются механизмами машущих качеприводных крыловых движителей в махи тяговых крыльев оконечных секций, что обеспечивает поступательное движение судна. Способ доставки грузов морем основан на формировании плавучего состава по схеме секционного упругосгибаемого судна, где в качестве груза могут быть как плавучие объекты, включая буксируемые суда, так и неплавучие объекты, включая цистерны, наполненные жидким продуктом.

Изобретение «СУДНО, ПИТАЕМОЕ И ДВИЖИМОЕ ЭНЕРГИЕЙ КАЧКИ СВОЕГО КОРПУСА» [79] того же автора относится к водному транспорту, в частности к судам, использующим энергию качки для обеспечения собственного поступательного движения и/или снабжения бортовых потребителей. Судно, движимое энергией качки внешнего корпуса, содержит корпус, содержимое которого отделено и встроено в платформу, упруго установленную в полости корпуса. Относительно платформы корпус в пределах, дозволенных пружинами, может качаться волнами в диаметральной плоскости диаметрально и килем. В качестве движителей применены тяговые упруго - колебательные крылья, выдвигаемые из носа и кормы по линии киля с помощью жестких несущих стрел. Повышается степень извлечения энергии волн за счет уменьшения силы инерции судна при качке.

Судно, движимое энергией качки внешнего корпуса, изолированного от инерции своего содержимого отделением и встраиванием его в платформу, упруго установленную в полости корпуса так, что оказавшись изолированным от сил инерции платформы относительно нее корпус в пределах, дозволенных пружинами, может свободно качаться волнами в диаметральной плоскости вертикально и килем, в качестве движителей применены тяговые упруго - колебательные крылья, выдвигаемые от носа

и кормы по линии киля с помощью легких, прочных и жестких несущих стрел, на качке по закону рычага махи их концов, несущих крылья, по амплитуде и скорости превышают махи оконечностей судна. И оснащено штатной движительной силовой установкой и несет на борту запас топлива.

Изобретение «КАЧЕХОД И КАЧЕПРИВОДНОЙ ДВИЖИТЕЛЬ» Горшкова В.В. [80] содержит упруго - колебательное крыло в качестве генератора тяги. Крыло получает машущие движения от качки корпуса судна, для чего устанавливается на обтекаемых стойках-держателях ниже днища судна на расчетной глубине. На этой глубине можно считать волнение воды отсутствующим, не уменьшающим разность вертикальных скоростей крыла и воды (тяга крыла пропорциональна квадрату разности). Для обеспечения максимальной тяги крыла движитель устанавливается в районе оконечности судна. Действие отдельного крыла усиливается, если в каждой из оконечностей качехода устанавливать свой движитель, тяга и знакопеременные ускорения при этом сглаживаются. Конструкция качепроводного движителя отличается количеством стоек - одна или две, подвижностью движителя - подъемный, поворотный или неподвижный, наличием убирающихся удлинителей крыла, независимостью упругих колебаний половин крыла, возможностью их складывания.

Судно оснащено двумя качепроводными движителями. На оконечностях судна вблизи ватерлинии установлены плоские горизонтальные козырьки, а также установлены винтовые движители, обеспечивающие ход судну в условиях умеренной качки. Достигается увеличение дальности и скорости плавания судна, снижается расход топлива.

В Институте гидромеханики НАН Украины ведутся исследования по возможности использования ЭМВ в движительных установках судов, с целью энергосбережения и повышения ходкости судов. Для создания двигательного - движительных комплексов представляет интерес механизм индуцирования движущей силы плавниками рыб и морских млекопитающих, который благодаря длительной адаптации является весьма совершенным. Среди движителей бионического типа наибольшее развитие получил "плавниковый" движитель или движитель типа "колеблющееся крыло", или иначе крыльевой движитель (КрД). Большинство изобретений специалистов Института гидромеханики в этой области посвящено исследованию несущих и пропульсивных качеств колеблющихся крыльев.

Широко распространенное в природе и применяемое в качестве движителя колеблющееся крыло (плавник), является обычно эластичным. Однако большее количество теоретических, экспериментальных и опытно - конструкторских работ к настоящему времени выполнено применительно к изолированному жесткому колеблющемуся крылу, работающему в

качестве движителя, в том числе и в Институте гидромеханики НАНУ [81 - 108].

Классические результаты относятся к случаю либо поступательных либо чисто вращательных колебаний. Наиболее интересны при использовании ЭМВ совместные вращательно - поступательные колебания крыла, которые в классических работах подробно не рассматривались. С другой стороны, на крыле, в том числе и установленном неподвижно, благодаря отклонению вектора набегающего потока от горизонтали при волнении и качке судна, и появлении на крыле угла атаки  $\alpha \neq 0$ , будет возникать подъемная сила.

Обычно считают, что движение частиц воды в волне происходит по круговым орбитам. Сама волна имеет профиль трохoidalного типа. В точках пересечения профиля волны с линией, соответствующей уровню невозмущенной поверхности моря, скорости воды  $V_w$  направлены вертикально вниз или вверх. Если за бортом судна установить горизонтально крыло таким образом, чтобы оно находилось вблизи поверхности воды, но при этом при любой высоте волны не выходило из воды, то при движении судна вперед при волнении крыло будет обтекаться водой с переменной скоростью  $W$ , являющейся векторной суммой скорости хода судна  $V_c$  и скорости частиц воды в волне  $V_w$ . Если при этом еще периодически поворачивать крыло относительно некоторой горизонтальной оси так, чтобы крыло обтекалось под оптимальным углом атаки и возникающая на крыле подъемная сила  $Y$  была направлена наклонно вперед, появится возможность дополнительно увеличить горизонтальную составляющую  $T$ , которая будет дополнительной тягой, содействующей движению судна вперед. Такой волновой движитель (ВД) крыльевого типа позволяет непосредственно преобразовывать кинетическую энергию орбитального движения воды в волне в тягу.

На судах, которые в значительной степени подвержены килевой качке, более целесообразно было бы использовать не непосредственно кинетическую энергию орбитального движения воды, а энергию качки судна, т.е. колебательного движения корпуса судна относительно уровня моря [1,3]. Однако, поскольку судно на волнении обычно подвержено качке, то крыло вместе с корпусом будет совершать некоторые вертикальные перемещения, что уменьшит величину действующей на крыло скорости  $V_w$ , и, следовательно, эффективность такого движителя. В этом случае заглубление крыла делается значительно большим так, чтобы крыло работало в мало возмущенной среде.

Характерной особенностью гидродинамики крыла, совершающего линейные поперечные и угловые относительно своей передней кромки колебания и выполняющего функции рабочего элемента крыльевого

(плавникового) движителя, является постоянное изменение величины скорости обтекания крыла  $V$  и его угла атаки в течение полупериода колебания, а также изменение дважды за период колебания знака угла атаки. В связи с последним профиль крыла для движителя выбирается всегда симметричным и достаточно толстым ( $C=C/b = 12-18\%$ , где  $C$  - максимальная толщина профиля,  $b$  хорда). Однако известно, что несимметричный профиль (у которого относительная максимальная вогнутость средней линии  $f=f/b$  не равна нулю) может иметь при одинаковой величине  $C$  величину  $C_y$  на 25-30% больше (при одинаковых углах атаки).

Для величины создаваемой колеблющимся крылом силы тяги определяющими являются величина возникающей на крыле подъемной силы  $Y$  и угол ее наклона к нейтральной оси поперечных колебаний крыла, причем последний зависит в основном от кинематики крыла, в частности от соотношения поперечной и продольной скоростей движения центра давления профиля крыла, а также от угловой амплитуды колебаний крыла [99]. Поскольку, как указывалось выше, угол атаки в течение периода колебания дважды меняет свой знак (т.е. напорная и не напорная поверхности крыла меняются местами) повышение качества крыла  $K = C_y/C_x$  необходимо производить в течение одного полупериода колебания. Эта задача решается применением в машущем крыле плавникового движителя известных в гидродинамике и аэродинамике конструктивных элементов, называемых механизациями крыла.

Известен ряд выполненных самостоятельно и с соавторами изобретений сотрудников ИГМ НАНУ [81- 108].

Плавниковый движитель В.П. Каяна, Л. Ф. Козлова [81] (рис.3.62) относится к судостроению, а именно к судовым движителям с колеблющимся рабочим органом в виде прямоугольного жесткого крыла, и предназначено для повышения эффективности работы за счет повышения аэродинамического качества крыла в течение каждого полупериода колебания.

Решаемая с помощью изобретения задача улучшение эксплуатационных качеств плавникового движителя путем увеличения средней за период колебания крыла силы тяги за счет улучшения гидродинамических характеристик крыла.

Поставленная задача решается за счет того, что на крыле на концевых нервюрах крыла в месте максимальной толщины профиля шарнирно установлены дополнительные крылышки, геометрически подобные основному крылу, с возможностью их поворота относительно плоскости основного крыла на угол до  $70^\circ$  в одну или другую сторону, противоположную направлению поперечного движения крыла в течение одного полупериода колебания.



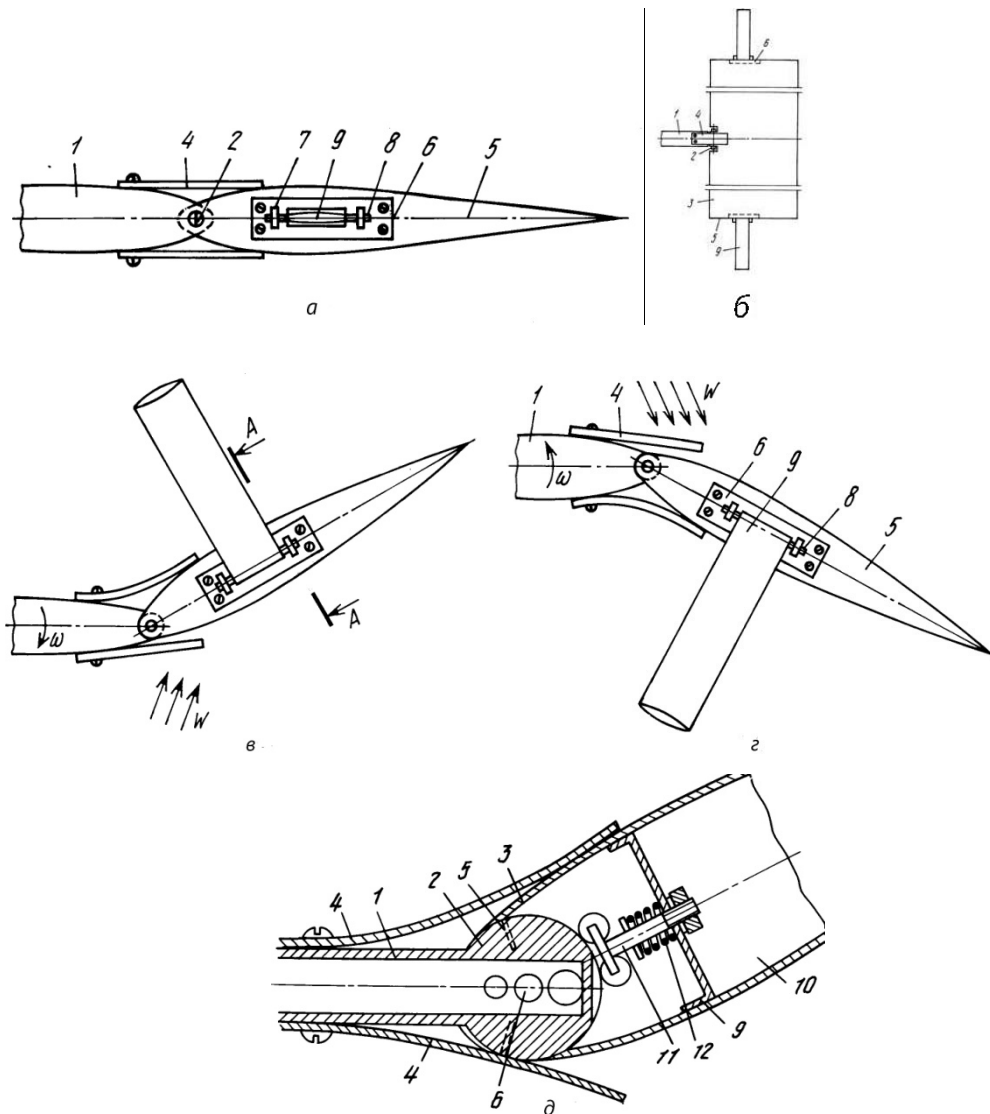


Рис. 3.62

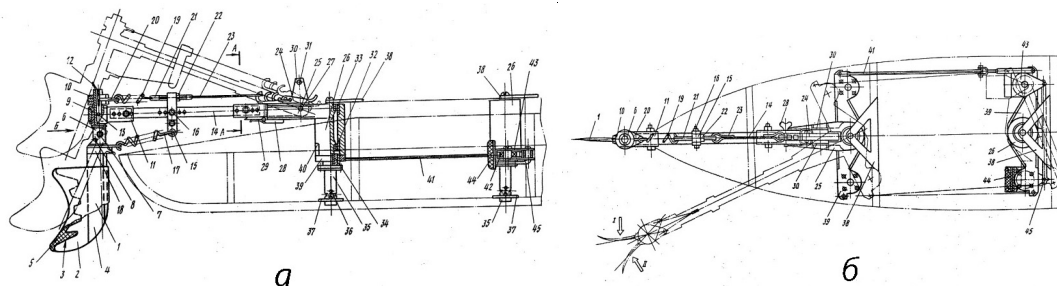
Сущность изобретения поясняется рисунками. На рис.3.62а показано расположение деталей устройства в нейтральном положении; на рис.3.62б вид устройства в плане (масштаб 1 к 2 относительно рис.3.62а); на рис.3.62в расположение деталей устройства в середине полупериода колебаний при движении крыла вниз; на фиг. 4 то же при движении крыла вверх; на рис.3.62 сечение А-А на рис.3.62в.

Плавниковый движитель состоит из рычага 1, к которому шарнирно через ось 2 подсоединено крыло 3, поворот которого относительно рычага 1 ограничивается двумя пружинами 4. На торцевых нервюрах 5 крыла 3 в углублениях установлены площадки 6 с проушинами 7, на которых шарнирно через ось 8 установлены дополнительные крылышки 9 таким образом, что могут свободно поворачиваться вокруг оси 8 под действием силы гидродинамического напора на определенный угол относительно плоскости основного крыла 3 (рис.3.62д), а ось поворота находится в плоскости торцевой нервюры.

Устройство работает следующим образом.

Рычаг 1 совершает угловые колебания с некоторой переменной угловой скоростью, достигающей максимума при прохождении рычагом среднего положения (рис.3.62в,г). При этом крыло 3 под действием сил гидродинамического напора, которая зависит от величины скорости набегающего на крыло потока, совершает также некоторые угловые колебания относительно рычага, амплитуда которых ограничивается упругим упором (пружиной 4). Одновременно с отклонением крыла 3 относительно рычага 1 происходит отклонение в ту же сторону установленных на торцевых нервюрах 5 крыла 3, дополнительных крылышек 9, величина которого ограничена упором на торцевой нервюре 5. Оптимальный угол развала концевых шайб на крыле самолета равен  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ . Поэтому угол отклонения дополнительного крылышка относительно основного крыла ограничен  $70^\circ$ . Поскольку дополнительное крылышко 9 не имеет упругих ограничителей поворота, то его отклонение в сторону, противоположную направлению поперечного движения крыла, происходит сразу же в начале каждого полупериода колебаний, когда крыло начинает двигаться вниз или вверх, т.е. появляется поперечная скорость обтекания и гидродинамические силы, действующие на дополнительные крылышки 9. При этом основную (среднюю) часть полупериода основное крыло 3 проходит уже с наибольшей скоростью и отклоненными на максимальный угол ( $70^\circ$ ) дополнительными крылышками 9, чем достигается увеличение аэродинамического качества крыла и средней за период колебания силы тяги плавникового движителя.

В изобретении В.Ф.Тарасенко, В.В.Бабенко [82] (рис.3.63) предложен плавниковый движитель для лодок, содержащий плавник в форме крыла малого удлинения с дугообразной задней стенкой и с переменной упругостью по длине, и связанный с плавником подпружиненный рычаг, кинематически взаимодействующий с ножным приводом, включающим в себя педали, и кинематически связанным механизмом передачи с плавником.



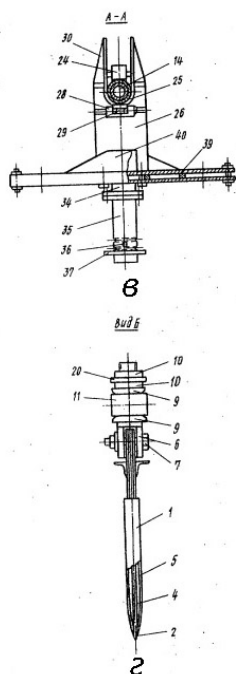


Рис. 3.63

На рис.3.63а вид *A* схематически изображен предлагаемый движитель, вид сбоку, на рис. 3.63б то же, вид сверху; на рис.3.63в то же, сечение *A-A* на рис.3.63а на рис.3.63г вид *B* на рис.3.63а.

Предлагаемый движитель содержит плавник 1, состоящий из металлической пластины 2, имеющей переменную упругость по длине. Пластина 2 выполнена с вырезами 3 в задней части и накладок 4 в передней части пластины.

Плавник 1 обтянут эластомером 5, при этом концевая часть плавника выполнена в виде рыбьего хвоста для улучшения условий стекания концевых вихревых жгутов.

Плавник установлен в пазу вертикального вала 6 при помощи штыря 7, на котором он может поворачиваться назад вплоть до горизонтального положения, причем для фиксации в крайнем положении имеется отверстие 8. Вал 6 при помощи подшипников 9 и накидных гаек 10 установлен в цапфе 11. Вал 6 вверху имеет продольный вырез 12 для упругой фиксации гаек 10, а в средней части соосное с цапфой 11 отверстие 13 для фиксации вращения вала 6 относительно цапфы 11.

Цапфа 11 закреплена на конце телескопического рычага 14, на котором размещен механизм изменения натяжения пружин, состоящий из муфты 15, фиксируемой на рычаге 14 в различных положениях при помощи штока 16, двух пружин, причем нижняя пружина 17 крепится с одной стороны к муфте 15, а с другой стороны к уголкам 18, подкрепляющим плавник 1 и имеющий несколько отверстий для крепления пружины. Верхняя пружина 19 с одной стороны крепится к косынке 20, установленной на валу 6 и имеющей несколько отверстий для

крепления пружины, а с другой стороны к штоку 21, проходящему через направляющую в муфте 15, имеющему регулировочную упорную гайку 22 и тягу 23, которая своим другим концом крепится к замку 24, имеющему несколько фиксирующих крючков и установленному на рычаге 14, который закреплен в ложементе 25 водила 26 при помощи горизонтального штока 27 °

Рычаг 14 поворачивается на штоке 27 на различный угол, фиксируемый при помощи упора 28 с пружиной 29 и косынок 30, имеющих с рычагом 14 соосное отверстие 31.

Водило 26 установлено на подшипниках 32 на регулируемой по длине разборной стойке, состоящей из трубы 33, ввинчиваемой во фланец 34, соединяющимся с патрубком 35, имеющем регулировочные отверстия 36 и входящем в подпятник 37 ° Сверху к стойке крепится косынка 38. К водилу снизу крепится коробчатая горизонтальная планка

39, усиленная косынками 40 и снабженная по концам тягами 41, которые крепятся с другой стороны к такой же планке, установленной на водиле без ложементов, закрепленном на такой же разборной стойке.

На передней планке по концам установлены на подшипниках 42 коробчатые хомуты 43, к которым с одной стороны крепятся педали 44, а с другой стороны рейка параллелограмма 45.

Движитель работает следующим образом.

Конструкция плавника 1 обеспечивает переменную упругость вдоль его длины, что позволяет изгибаться плавнику при его движении по синусоидальной траектории так, как показано на фиг.2. Стрелками обозначено направление движения рычага. При движении плавника вправо (цифра 1) его хвостовая часть отклоняется под действием сопротивления жидкости влево.

При движении плавника в противоположную сторону (цифра 2), его хвостовая часть отклоняется вправо, автоматически увеличивая кривизну профиля.

Выполненная хвостовая часть плавника в форме хвоста рыб позволяет улучшить стекание с его плоскости концевых вихревых жгутов, что уменьшает волновое и индуктивное сопротивление плавника, а следовательно, увеличивает его гидродинамическое качество. Подъемная сила, возникающая на плавнике при движении по траектории, пытается развернуть плавник поперек траектории и увеличить угол атаки. Ось симметрии вала б, к которой приложена сила, препятствующая такому развороту, находится впереди точки приложения подъемной силы, что не позволяет развернуться плавнику.

В зависимости от положения плавника, 29 на траектории, меняется величина его подъемной силы, угол атаки и расстояние точки приложения

подъемной силы до оси симметрии вала 6. Для того, чтобы угол атаки профиля плавника был оптимальным во всех точках его траектории, к нему крепятся пружины 17 и 19. С этой же целью рычаг 14 выполнен упругим, способным изгибаться в горизонтальной плоскости.

В изобретении [83] Полищука С.В. и Бабенко В.В. (рис.3.64) показано крыло с изменяющейся поверхностью крыла при различных частотах и амплитудах крыла.

Технический результат изобретения заключается в уменьшении следа за колеблющимся плавниковым движителем.

Это достигается тем, что плавниковый движитель, содержащий крыло с встроенным в него электроприводом, соединенное посредством рычага с приводом его поперечных колебаний, снабжен системой шкивов, кинематически связанных с осью, жестко скрепленной с шайбами, выполненными в виде сеток с ободами по форме поперечного сечения крыла, установленными на его торцах и скрепленными с поперечной сетчатой пластиной, размещенной в исходном положении заподлицо с плоскостью крыла в прорези, образованной с одной стороны боковой поверхности крыла.

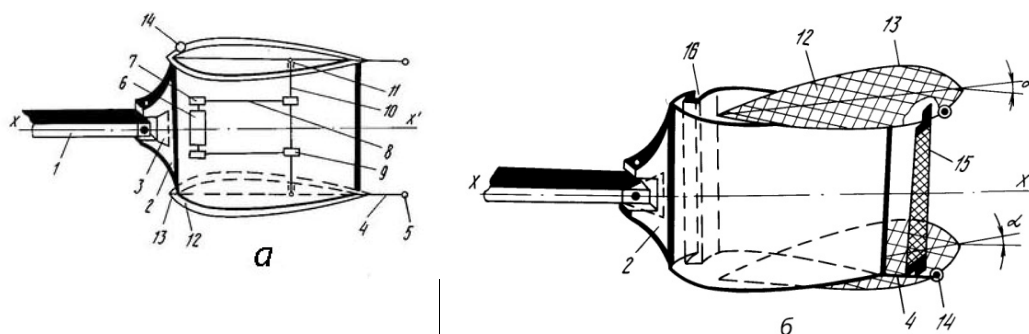


Рис. 3.64

На рис.3.64а изображен плавниковый движитель, в статике; на рис.3.64б то же, в рабочем положении.

Плавниковый движитель содержит рычаг 1 для передачи колебательного движения от привода, крыло 2, подпружиненное плоскими пружинами 3 и имеющее на угловых точках задней кромки штыри 4 иглообразной формы с окончаниями в виде сфер 5, размещенный в теле крыла электродвигатель 6 с двумя выходными валами, на которые насажены шкивы 7, передающие движение с помощью тросиков 8 шкивам 9, насаженным на ось 10, вращающуюся в подшипниках 11 и поворачивающую шайбы 12, выполненные в виде металлических сеток и расположенные с обеих сторон крыла в ободах 13, на которых закреплены кольца 14, жестко соединенных поперечной пластиной 15, также выполненной в виде сетки и имеющей впадины для прохождения через

штыри и входящей в прорезь 16, образованную с одной стороны боковой поверхности крыла.

Плавниковый двигатель работает следующим образом.

При небольших значениях амплитуды и частоты колебаний рычага 1 крыло 2 имеет в основном ламинарное обтекание. Наибольшие вихри, скатывающиеся с угловых точек задней кромки, гасятся на штырях 4. Ободы 13 шайб 12 в этом случае предохраняют от перетекания жидкости с одной поверхности крыла на другую, формируя направление потока.

При больших значениях амплитуды и частоты колебания рычага 1 (рис.3.64б) подается напряжение на электродвигатель 6, поворачиваются шкивы 7, подавая через трос 8 движение на шкивы 9 и ось 10, которая поворачивает шайбы 12 на угол, меньший, чем  $180^\circ$ . При этом вместе с шайбами 12 поворачивается поперечная пластина 15, выходя из прорези 16 крыла. Достигнув положения, соответствующего хорде крыла 2, кольца 14 заходят в сферу 5 штырей 4, фиксируя тем самым шайбы 12, причем кольца 14 выполнены с небольшими впадинами, обеспечивающими при определенном усилии заход на сферы 5 и выход с них.

Поперечная пластина 15 имеет прорези, обеспечивающие прохождение над и под штырями, и также фиксируется таким образом, чтобы ее средняя часть совпадала со штырем, т. е. с хордой крыла 2. В таком положении хорда шайбы 12 не совпадает с хордой крыла 2 на угол  $\alpha$

Повсеместное вихреобразование на всей задней кромке крыла, вызванное турбулентностью, встречается во всех точках схода больших вихрей (жгутов вихрей) в сетку. Это обеспечивает их размельчение в горизонтальной и вертикальной плоскостях, не допуская перемешивания различных слоев жидкости.

Кроме гашения следа за аппаратом движитель позволяет устойчиво работать плавнику при больших частотах колебаний рычага, когда возникает вибрация крыла в месте его закрепления.

Большие вихри в следе аппарата увеличивают температуру окружающей жидкости, отдавая ей свою энергию. Размельченные мелкие вихри устраняют этот недостаток. Их время действия и размеры поля распространения также намного меньше, чем у крупных вихрей.

Плавниковый движитель Полищука С.В., В.В.Бабенко, [84] (рис.3.65) относится к судостроению и может быть использован при конструировании плавниковых волновых движителей и тормозных устройств.

Цель изобретения - повышение маневренных качеств подводного управляемого аппарата.

Это достигается тем, что крыло движителя выполнено составным из двух частей, при этом носовая часть крыла выполнена со стеблем, приводом углового поворота его кормовой части вокруг горизонтальной оси в продольной плоскости симметрии крыла, а тормозное устройство выполнено в виде расположенной в носовой части аппарата полусферы с отверстием, имеющей возможность поворота для ориентации ее отверстия в сторону движения аппарата.

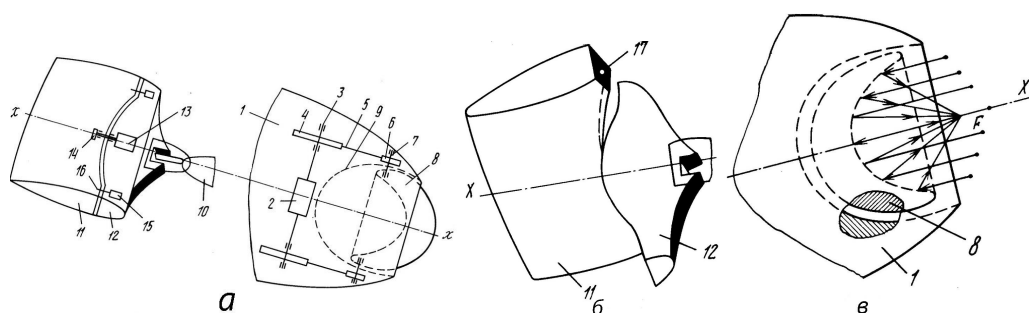


Рис.3.65

На рис.3.65а схематически изображен общий вид описываемого плавникового движителя подводного аппарата с тормозным устройством в носовой части этого аппарата, с обрывами; на рис.3.65б - описываемый плавниковый движитель при повороте кормовой части его крыла, с обрывом; на рис.3.65в - тормозное устройство в рабочем положении, расположенное в носовой части подводного аппарата с обрывом.

Описываемый плавниковый движитель установлен на подводном аппарате. Последний содержит корпус 1, электродвигатель 2 вращательного типа с двумя выходами валов, соединенными с осями 3, вращающимися в подшипниках, на которые насажены большие шкивы 4, передающие движение посредством передачи 5 на малые шкивы 6, насаженные на оси 7 и обеспечивающие поворот (вращение) полусферы 8 в нише 9. Плавниковый движитель имеет соединенный с электроприводом колебательного движения стебель 10. Крыло движителя имеет кормовую 11 и носовую 12 части. Последняя содержит в себе электродвигатель 13 вращательного движения с горизонтальной осью 14, входящей в часть 11 и зафиксированной в ней. Часть 11 может поворачиваться вокруг оси 14.

Замки - соленоиды 15 имеют сердечники 16, которые входят в отверстия 17 части 11 крыла. Замки - соленоиды 15 предназначены для фиксации угла поворота части 11 крыла.

Плавниковый движитель подводного аппарата эксплуатируется следующим образом. При подаче управляющей команды на торможение аппарата параллельно осуществляются две функции.

Первая состоит в том, что подается электроэнергия на соленоиды-замки 15, которые втягивают свои сердечники 16 из отверстия 17 кормовой части 11 крыла, тем самым давая возможность ее движению. Включается

электродвигатель 13 и ось 14, проворачиваясь в подшипниках при жесткой ее связи с кормовой частью 11 крыла, разворачивает ее на  $90^\circ$  (рис.3.65б) ребром по потоку. Это позволяет при отключении основного электропривода подводного аппарата, обеспечивающего его движение за счет колебания стебля 10 и частей 11 и 12 крыла и плавникового движителя, наложении электромагнитного или другого вида тормоза устранить создание силы тяги, возникающей из-за инерционности движения стебля 10 и крыла плавникового движителя, т. е. хотя стебель 10 по инерции еще и колеблется, часть 11 крыла плавникового движителя тяги не создает.

Вторая функция состоит в том, что одновременно с подачей напряжения на привод плавникового движителя подается напряжение на электродвигатель 2. Оси 3, проворачиваясь в подшипниках, поворачивают большой шкив 4. Через передачу 5 движение (вращательный момент) передается на малый шкив 6, жестко насаженный на оси 7, и полусфера 8, поворачиваясь на  $90^\circ$  входит в нишу корпуса 1 аппарата (рис.3.65в). Тем самым носовая часть превращается из тела обтекаемой формы в тормозное устройство в виде полусферы 8 с отверстием, обращенным навстречу потоку, резко увеличивая сопротивление формы и трения. Это уменьшает путь и время торможения.

Резкое торможение как фактор, улучшающий маневренность, может также уменьшать радиус циркуляции движения подводного аппарата.

Поворот полусферы 8 на угол менее  $90^\circ$  оказывает воздействие на аппарат, подобное включению рулевых (подруливающих) устройств.

Если выполнить внутреннюю часть полусферы 8 в виде параболического зеркала (части параболоида вращения), то отдельные струи набегающего потока, попадающие на такую поверхность, после отражения от нее будут собираться в фокальной точке  $F$  (рис.3.65в). Это явление создает дополнительный гидродинамический барьер перед набегающим потоком, также ускоряя процесс торможения подводного аппарата.

Плавниковый движитель В.П.Каяна [85] (рис.3.66) относится к судостроению, а именно к плавниковым волновым движителям. Цель изобретения - повышение эффективности работы путем обеспечения возможности управления поворотом закрылка в течение периода колебания крыла.

Поставленная цель достигается тем, что на приводном рычаге плавникового движителя, на конце которого упруго закреплено с возможностью ограниченного поворота жесткое крыло симметричного профиля с поворотным закрылком, и на закрылке установлены два двуплечих рычага, один из которых установлен на приводном рычаге так, что его плечи перпендикулярны оси поворота жесткого крыла, а второй на



поворотном закрылке также таким образом, что плечи рычага перпендикулярны оси поворота закрылка, при этом движитель снабжен двумя тягами, которые шарнирно связаны с концами обеих двухплечих рычагов с образованием шарнирного параллелограмма.

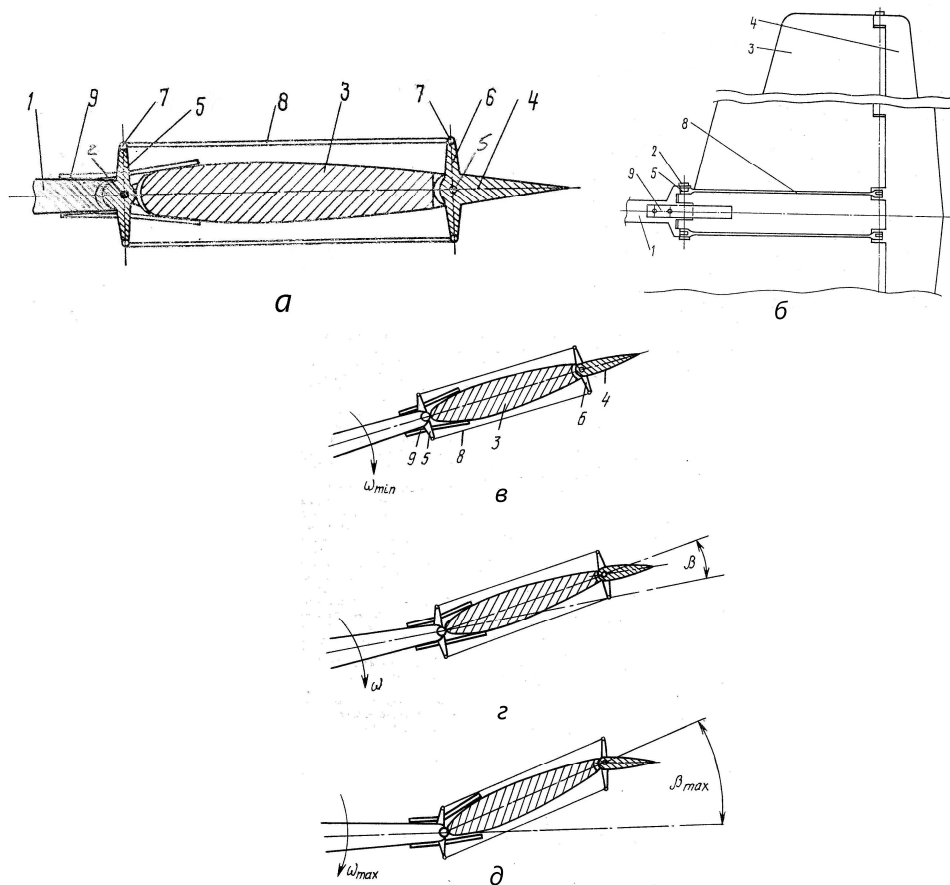


Рис. 3.66

Предлагаемое устройство отличается от известного тем, что, кроме одного двухплечего рычага на приводном рычаге движителя на жестком закрылке установлен второй двухплечий рычаг так, что его плечи перпендикулярны оси поворота закрылка, а движитель снабжен также двумя тягами, которые шарнирно связаны с концами обеих двухплечих рычагов с образованием шарнирного параллелограмма, что позволяет при повороте крыла относительно приводного рычага на какой-то угол автоматически производить отклонение на такой же угол, но в противоположную сторону, закрылка относительно крыла. Приводной рычаг 1 совершает угловые колебания таким образом, что ось 2 совершает возвратно-поступательные гармонические колебания в вертикальной плоскости. Рычаг 1 (рис.3.66в) находится в крайнем верхнем положении и начинает двигаться вниз, при этом сила гидродинамического напора в вертикальной плоскости практически отсутствует, крыло 3 и закрылок 4 находятся на одной оси с рычагом 1,

параллелограмм, образованный двуплечими рычагами 5 и 6 и тягами 8 имеет форму прямоугольника.

При движении крыла вниз (рис.3.66г) со все большей поперечной скоростью сила гидродинамического напора отклоняет крыло 3 со все большей поперечной скоростью относительно рычага 1 на угол  $P$ , при этом прямоугольник, образованный двуплечими рычагами 5 и 6 и тягами 8, деформируется и происходит поворот закрылка 4 относительно крыла 3 на угол  $P$  в противоположную сторону, При прохождении рычагом 1 нейтрального положения (рис.3.66г,д) крыло 3 отклоняется относительно рычага 1 на максимальный угол, при этом закрылок 4 отклоняется относительно крыла 3 также на угол максимальный, но в противоположную сторону. Таким образом, в течение первой четверти цикла колебания угол атаки крыла увеличивается от 0 до максимума, при этом одновременно происходит отклонение закрылка до угла определенного угла что позволяет без дополнительных затрат увеличить тягу плавникового движителя за счет увеличения коэффициента подъемной силы крыла  $C_y$ .

Во второй четверти цикла колебания (рычаг 1 движется от нейтрального к крайнего нижнему положению) происходит. уменьшение угловой скорости, уменьшается сила гидродинамического напора на крыло 3, уменьшается угол отклонения крыла относительно рычага и закрылка относительно крыла, в крайнем нижнем положении взаимное расположение элементов устройства такое же, как и на рис.3.66в (зеркально отраженное относительно горизонтальной оси).

Таким образом, предлагаемое техническое решение по сравнению с известными обладает следующими преимуществами: более эффективная работа устройства в связи с возможностью автоматического отклонения закрылка колеблющегося крыла в одну или другую сторону на каждом полупериоде колебания крыла позволяет путем увеличения кривизны профиля существенно увеличить коэффициент подъемной силы профиля при неизменном угле атаки и, соответственно, увеличить среднюю тягу движителя в целом.

В плавниковом движителе [86] (рис.3.67) В.П.Каяна, С.А Довгого и др. появляется возможность управления законом углового колебания лопастью относительно рычага плавникового движителя.

Цель изобретения - улучшение эксплуатационных качеств. Крыло 1 плавникового движителя снабжено двумя предкрылками 4, закрепленными с обеих сторон носка крыла дугообразными стяжками 5. Рычаг 3 двигателя через упругий элемент 2 приводит крыло к колебательным движениям, в результате которых предкрылки под воздействием гидродинамического напора потока прижимаются или отходят от крыла. Предкрылки препятствуют

образованию вихрей на передней кромке крыла и улучшают его гидродинамические характеристики, увеличивая среднюю за период колебаний силу тяги.

Поставленная цель достигается тем, что на крыле с обеих сторон носка устанавливают два предкрылка, соединенных несколькими жесткими дугообразными стяжками, установленными с возможностью свободного их перемещения в каналах, выполненных в крыле.

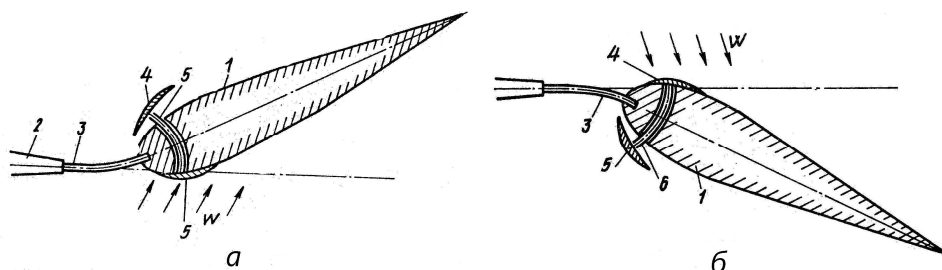


Рис.3.67

На рис.3.67а показано расположение деталей устройства в течение первого полупериода колебаний во время движения крыла вниз; на рис.3.67б - то же, во время движения крыла вверх в течение второго полупериода колебаний.

Плавниковый движитель состоит из крыла 1, которое через упругий элемент 2 присоединено к концу рычага 3. Вдоль размаха крыла 1 вблизи передней кромки профиля крыла с обеих сторон носка установлены предкрылки 4 и 5, соединенные несколькими жесткими дугообразными стяжками 6, которые установлены с зазором в дугообразных каналах внутри крыла 1 так, что они имеют возможность свободного перемещения.

Устройство работает следующим образом.

Рычаг 3 совершает угловые или вертикальные вдоль оси возвратно-поступательные перемещения (привод не показан). При этом крыло 1 благодаря упругому элементу под действием силы гидродинамического напора, которая зависит от величины скорости потока  $W$ , совершает некоторые угловые колебания относительно рычага 3. При движении крыла вниз (рис.3.67а) сила гидродинамического напора прижимает предкрылок 5 к крылу 1 так, что он вписывается в профиль крыла 1, при этом предкрылок 4 отходит от крыла 1 на определенное расстояние. При обратном ходе крыла (рис.3.67б) к крылу 1 прижимается уже предкрылок 4, а предкрылок 5 отходит от крыла на такое же расстояние. Предкрылки 4 и 5 препятствуют образованию крупномасштабных вихрей на передней кромке крыла, улучшают картину обтекания профиля и повышают его гидродинамическое качество при очень больших (закритических для исходного профиля) углах атаки, что приводит к увеличению средней за период колебания силы тяги и улучшению тем самым эксплуатационных качеств плавникового движителя.

Использование предлагаемого устройства позволяет по сравнению с известными улучшить эксплуатационные качества плавникового движителя путем повышения гидродинамического качества крыла при больших (закритических) углах атаки.

В плавниковом движителе Глушко В.М., Каяна В.П.[87]. (рис.3.68) повышается эффективность работы плавникового движителя за счет усовершенствования конструкции узла упругого соединения лопасти и рычага, в результате чего появляется возможность управления законом углового колебания лопастью относительно рычага плавникового движителя.

ПД содержит прикрепленный к корпусу плавсредства привод поворотно колеблющегося движения рычага, выполненный в виде полноповоротного электромагнитного двигателя (ЭМД) с трехфазным статором с обмотками управления, которые размещены на немагнитном кольце в центральной плоскости симметрии двигателя, и ротором, который имеет два параллельных диска, на каждом из которых равномерно по кругу размещено парное число постоянных магнитов с переменными полюсами, а также блок управления приводом, и до свободного конца рычага шарнирно прикрепленная подпружиненная лопасть. Упругое соединение рычага с лопастью выполнено в виде двух плоских удлиненных пружин, размещенных с двух сторон лопастей и закрепленных одним концом на передвижном элементе, который имеет возможность передвигаться вдоль продольной оси рычага. Приводом передвижного элемента служит линейный электромагнитный двигатель.

Полезная модель принадлежит к судовым движителям с рабочим органом, который колеблется и имеет вид прямоугольного или стрелоподобного крыла. Задача, которая решается предлагаемой полезной моделью - повышение эффективности работы плавникового движителя за счет усовершенствования конструкции узла упругого соединения лопасти и рычага, в результате чего появляется возможность управления законом углового колебания лопастью относительно рычага плавникового движителя. Поставленная задача решается тем, что в плавниковом движителе, который содержит прикрепленный к корпусу плавсредства привод неполноповоротного движения рычага, выполненный в виде электромагнитного двигателя с трехфазным статором с обмотками управления, которые размещены на немагнитном кольце в центральной плоскости симметрии двигателя, и с ротором, который имеет два параллельных диска, на каждом из которых равномерно по кругу размещено парное число постоянных магнитов с переменными полюсами, а также блок управления приводом, и до свободного конца рычага шарнирно прикрепленная подпружиненная лопасть, упругое соединение рычага с лопастью выполнено в виде двух плоских удлиненных пружин, размещенных с двух сторон лопасти и закрепленных одним концом на

передвижном элементе, который имеет возможность передвигаться вдоль продольной оси рычага, а приводом передвижного элемента служит линейный электромагнитный двигатель. Использование как привода рычага плавникового движителя ЭМД, описанной выше конструкции, разрешает получить любой (в том числе наиболее оптимальный для любого режима движения плавательного средства) закон колебания приводного рычага плавникового движителя (т.е. и передней кромки лопасти), а использование соединения с управляемой переменной упругостью между рычагом и лопастью разрешает получить наиболее оптимальный для любого режима движения плавательного средства закон углового колебания лопасти относительно рычага, который разрешит повысить КПД $_{\varphi}$  плавникового движителя в целом. Суть полезной модели объясняется рисунками.

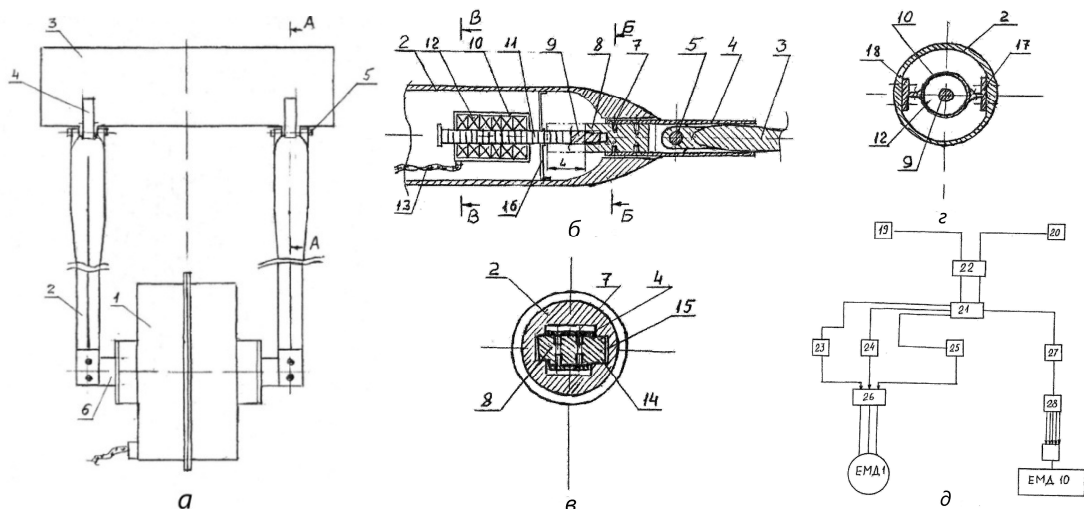


Рис. 3.68

На рис.3.68а представленный вид плавникового движителя в плане; на рис.3.68б - вид плавникового движителя сбоку с разрезом рычага и движителя по разрезу А-А на рис.3.68а; на рис.3.68в - расположение передвижного элемента с пружинами относительно корпуса рычага плавцевого движителя в разрезе В-В на рис.3.68б; на рис.3.68г - расположение линейного электромагнитного двигателя в корпусе рычага плавникового движителя в разрезе В-В на рис.3.68б; на рис.3.68д - функциональная схема блока управления плавниковым движителем. Плавниковый движитель (рис.3.68а) содержит ЭМД 1 полноповоротного типа, рычаг 2, лопасть 3 и пружинные ограничители 4 поворота лопасти 3 относительно рычага 2. Лопасть 3 шарнирно с помощью осей 5 прикрепленная к свободным концам рычагов 2. Вторые концы рычагов 2 жестко закреплены на концах вала 6 ротора ЭМД 1. Пружинные ограничители 4 выполнены в виде плоских пружин, которые закреплены

винтами 7 с обеих сторон передвигного элемента 8 (рис.3.68б). Передвижной элемент 8 соединен жестко с ротором 9 линейного ЭМД 10. Ротор 9 выполнено из магнитного материала (например сталь) с равномерно размещенными по его длине вставками 11 из немагнитного материала (например бронза). В корпусе ЭМД 10 размещено несколько кольцевых обмоток 12, которые вместе с корпусом, который выполнено из магнитного материала, составляют статор ЭМД 10. Питание к обмоткам 12 поступает по кабелю 5 13. Передвижной элемент 8 имеет с обеих сторон выступы-ползуны 14 (рис.3.68в), которые размещаются в пазах 15 свободного конца рычага 2. Между узлом соединения передвигного элемента 8 со свободным концом рычага 2 и ЭМД 10 линейного типа размещенная водонепроницаемая мембрана 16 (фиг.2). Линейный ЭМД 10 крепится внутри рычага 2 вдоль его продольной оси с помощью опор 10 17 на стенках рычага 2, которые в местах крепления ЭМД имеют утолщение 18 с плоскими поверхностями (рис.3.68г). Для управления законом угловых колебаний рычага 2 плавникового движителя (т.е. ротора ЭМД 1) и величины угловых колебаний лопасти 3 относительно рычага 2 в состав плавникового движителя входит система контроля положения ротора ЭМД 1 и лопасти 3, измерительная часть которой 15 находится внутри ЭМД 1 (датчик 19 положение ротора), и на свободном конце рычага 2 на оси 5 (датчик 20 углового перемещения хорды профиля лопате 3 относительно нейтрального ее положения, которое совпадает с продольной осью рычага 2). Сигналы от датчиков 19 и 20 поступают в блок управления законом колебания лопасти. Блок управление приводом плавникового движителя (фиг.5) содержит микропроцессор 21, входное устройство 22, исходные устройства 23, 24, 25 с полупроводниковым 20 коммутатором фаз 26 обмоток статора ЭМД 1 и исходное устройство 27 с полупроводниковым коммутатором фаз 28 обмоток 12 статора ЭМД 10. Работает плавниковый движитель таким образом. При подаче положительного напряжения на обмотки первой фазы ЭМД 1 в результате взаимодействия магнитного поля постоянных магнитов и магнитного поля возбужденной фазы ротор двигателя займет положение магнитного равновесия относительно катушек возбуждения 25 фаз. Потом при отключении первой фазы и включение третьей на отрицательное напряжение ротор ЭМД 1 повернется на один шаг и займет новое положение магнитного равновесия и т.д. Таким образом, если подавать напряжение на фазы по алгоритму +1,-3, +2,-1, + 3,-2, то ротор двигателя будет возвращаться по часовой стрелке, если напряжение будет подаваться на фазы по алгоритму: +1,-2, +3,-1, +2,-3, то ротор будет возвращаться против часовой стрелки. Соответственно закону углового колебания рычага 2 плавникового движителя (и соответственно углового движения ротора ЭМД 1) микропроцессор 21 через исходные устройства 23, 24, 25 предоставляет соответствующие команды на коммутатор фаз 26, что обеспечивает

колебание рычагов 2 в заданном секторе и с заданной частотой и амплитудой, т.е. тем самым можно задать любое направление вектора силы тяги плавникового движителя, угловую амплитуду и частоту колебаний рычага 2 и, соответственно, частоту и линейную амплитуду колебаний передней кромки лопасти 3. Наибольший угол отклонения лопасти 3 от нейтрального положения относительно рычага 2 будет во время прохождения лопасти центральной оси колебаний. Во время этого поперечная скорость лопасти будет высочайшая и величина скоростного напора на лопать в этот момент также будет наибольшая. При одной и той же величине скоростного напора угол отклонения может быть разным в зависимости от упругости пружин-ограничителей, которая приводит к изменению эффективности работы плавникового движителя. Поэтому микропроцессор руководит также перемещением ротора линейного ЭМД 1, что разрешит задать такую упругость ограничителей поворота лопасти, которая оптимизирует величину амплитуды угловых колебаний лопасти 3 относительно рычага 2. Таким образом, предлагаемый движитель разрешает получить разные законы колебания и приводного рычага и лопасти движителя относительно рычага, обеспечивая изменение направления и величины вектора силы тяги в плоскости, перпендикулярной оси ротора ЭМД 1, позволяет повысить КПД $\phi$  движителя за счет оптимизации величин линейной и угловой амплитуд колебания лопасти.

#### Глава 4. Анализ конструкций и схем силовых установок с системами корпуса судна, использующих энергию морского волнения

В рассмотренных выше конструкциях ВД с колебательным движением рабочего органа в виде пластин, крыльев или крыльевых систем использующих ЭМВ, пассивно (или активно), последние осуществляли угловые колебания в вертикально - горизонтальных плоскостях, зависящие от конструкции ВД и характера качки судна.

В конструкциях же силовых установок с системами корпуса судна энергия бортовой и килевой качки преобразуется различными способами в энергию двигателя, приводящую во вращение, например, гребной винт и т.п.

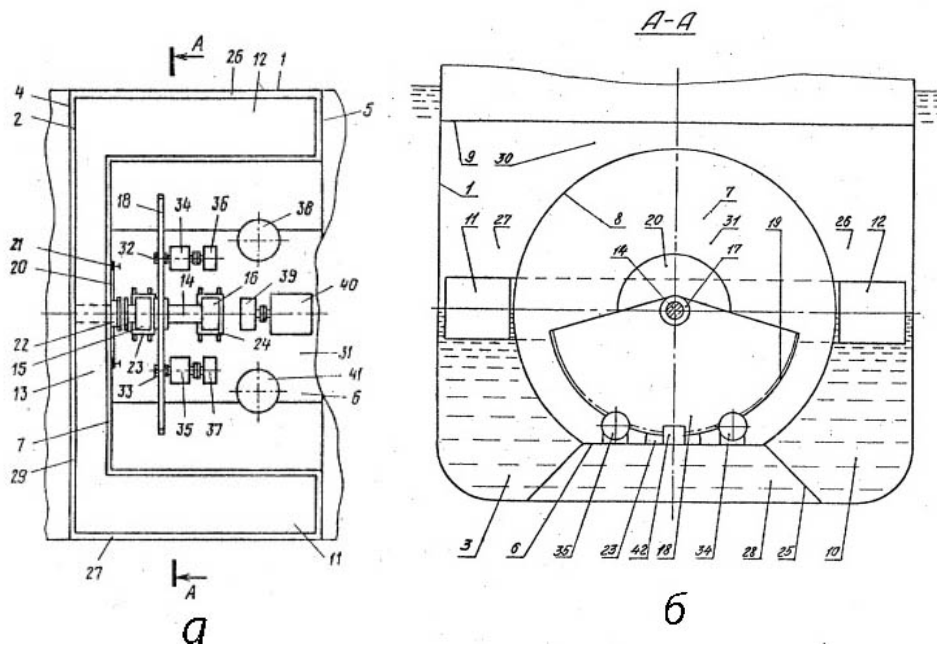


Рис. 4.1

В конструкции В.В.Филимонова "Корпус судна" [109] (рис.4.1), показан корпус судна содержащий шарнирно соединенный с ним плавучее тело, связанное с этим корпусом устройством для отбора энергии качки, где с целью повышения эффективности использования энергии волн плавучее тело выполнено П-образным в плане и полупогружено в рабочую жидкость, которая залита во внутрь корпуса судна. При волнении моря корпус 1 плота 2 совершает качания, но жидкость 3 в емкости 4 сохраняет практически горизонтальное положение. Момент сопротивления на валу мультипликаторов 5, 6, действует через зубчатый сектор 7 на плот 2, поплавков 8, на некоторую величину погружается в жидкость 3, а поплавок 9 выходит на некоторую величину из жидкости 3, На поплавок 8, а также на часть коромысла 10, действует дополнительная выталкивающая сила, а выталкивающая сила, действующая на поплавок 9, а также на противоположную часть коромысла 10, уменьшается на ту же величину, так как уровень жидкости 3 проходит через ось вала 11, а полости 12,13 имеют симметричные участки выше и ниже уровня жидкости 3. Таким образом, момент на валу 11 будет одинаковым как при наклоне на правый, так и при наклоне на левый борт. Таким образом, на плот 2 при его некотором повороте вместе с корпусом 1, действует момент сил стремящихся вернуть его в горизонтальное положение. При некотором относительно небольшом угле наклона плота относительно уровня жидкости 3, момент, обусловленный разностью выталкивающих Архимедовых сил, действующих на плечи плота, достигает величины момента, действующего на сектор 7 со стороны шестерни 14, и обусловленного моментом сопротивления гидронасоса 16. Гидронасос



начинает вращаться, подавая рабочую жидкость в аккумулятор 18 высокого давления, из которого она поступает в гидромотор 19, вращающий генератор 20. Рабочая жидкость из гидромотора 19 поступает в аккумулятор 21 низкого давления, а из него, на всасывание, к насосу 16. Аккумулятор 21 обеспечивает непрерывную подачу рабочей жидкости к насосам 16 и увеличивает эффективность их работы. Работа генератора 20 сокращает время работы дизель генераторов судовой энергетической установки, уменьшая количество расходуемого ими топлива. Генератор 40 может быть также использован в качестве аварийного источника питания.

Существенным недостатком этого изобретения является большие массы и габариты маятниковой системы, низкий КПД $\varphi$ , что объясняется многократным преобразованием энергии в различные виды.

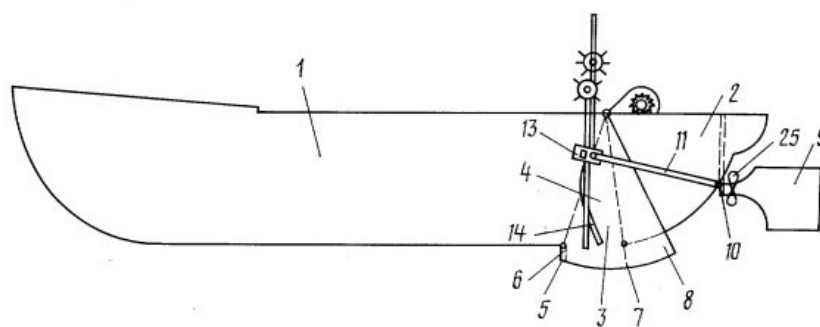


Рис. 4.2

Интересна конструкция, предположенная А.Г.Дворяниновым [110] (рис.4.2), в которой тяга создается за счет реактивной струи при использовании ЭМВ.

При набегании волны кормовая часть 2 корпуса поднимается, поворачиваясь на шарнире относительно носовой части 1. При этом клиновидный зазор увеличивается. Вода поворачивает носовой обратный клапан 5 и через впускное отверстие заполняет клиновидный зазор 3. Кормовой обратный клапан 7 в этот момент перекрывает выпускное отверстие 8. При опускании кормовой части 2 корпуса Во впадину волны клиновидный зазор 3 уменьшается и вода из него, открыв кормовой обратный клапан 7, выталкивается через выпускное отверстие 8, создавая реактивную силу. Носовой обратный клапан 5 в этот момент перекрывает впускное отверстие 6.

Плавниковые движители 9 работают следующим образом. При опускании кормовой части 2 корпуса шатуны 11, упираясь в ползун 13 и носовую часть 1 корпуса, за кривошип 10 поворачивают плавниковые движители 9 и происходит гребок. При подъеме кормовой части 2 шатуны 11 за кривошипы 10 поворачивают плавниковые движители 9 наружу и происходит следующий гребок.

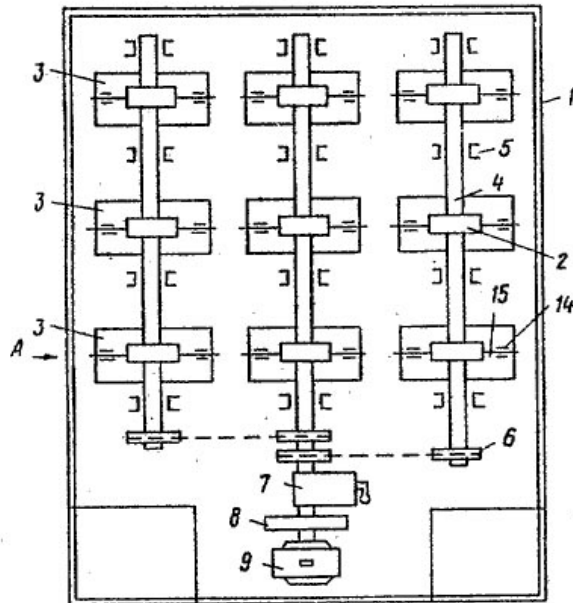


Рис. 4.3

В предложении Б.А.Савельева - Васильева [111] (рис. 4.3), ЭМВ через колебательные блоки, аналогичные описанным в [83], после преобразования подается через электрогенератор на гребной винт волнохода.

Силовая установка имеет горизонтальную платформу 1 с силовым колебательным блоком 2, образующим силовую группу, связанную валом 3 через подшипники 4. Энергия каждой группы передается через цепные передачи 5, коробку 6 передач и маховик 7 через муфту 8 на электрогенератор 9 или гребной винт волнохода. Каждый блок 2 имеет механизм постоянного крутящего момента, по всему диапазону колебательного цикла, механизм изменения объема поплавка, связанный с этим блоком, и механизм установки этого поплавка по направлению волны. В данном случае цель изобретения - повышение эффективности работы путем суммирования энергии всех силовых блоков.

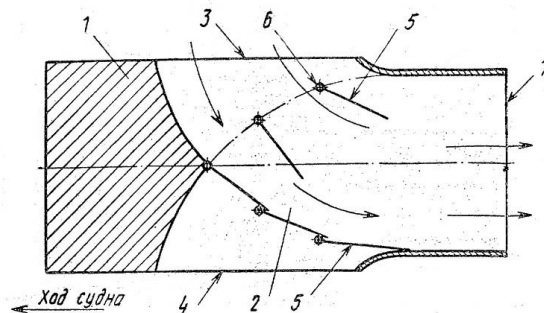


Рис. 4.4

В "Волновом движителе судна" В.Ю.Васильева и Ю.Ф.Сенькина [112] (рис.4.4), используется энергия образующаяся от перемещения окружающей воды, например при бортовой или килевой качке судна. Целью является повышение эффективности движителя. Рисунок содержит головной обтекатель 1 и одну камеру 2 с водозаборниками 3 и 4, внутри камеры 2, имеющей плоские боковые стенки, находятся подвижные криволинейные стенки, образованные створками 5, шарнирно закрепленными на осях 6.

Под воздействием на движитель вертикальной составляющей набегающего потока, направленной вниз (см. рис.4.4), верхние створки 5 ориентируются вдоль потока, а нижние опираются на оси 6 смежных створок и образуют криволинейную стенку, отклоняющую поток, который и создает тягу. Поток истекает из сопла 7, сечение которого занимает все поперечное сечение движителя. Увеличенные площади криволинейной стенки и проходного сечения обеспечивают увеличение тяги предложенного движителя в сравнении движителя тех же габаритов, у которого одновременно работает только одна камера

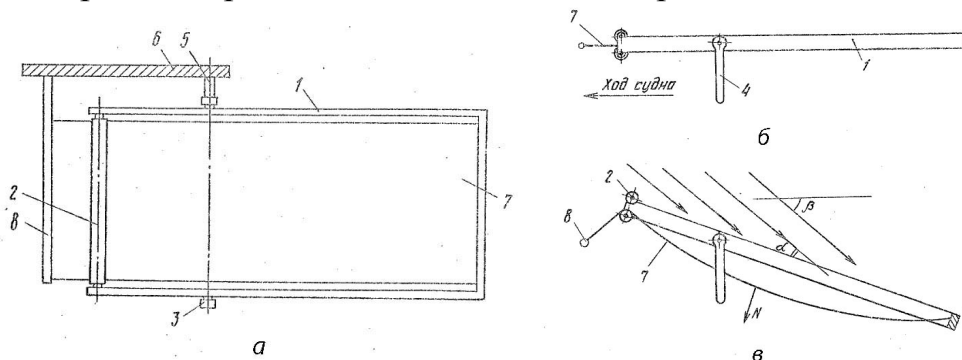


Рис. 4.5

На похожем принципе построена конструкция "Судового волнового движителя" тех же авторов [113] (рис.4.5) Целью изобретения является повышение эффективности волнодвижителя путем уменьшения гидродинамического сопротивления, обеспечения плавного отклонения потока по всей длине криволинейной поверхности и автоматического регулирования угла атаки движителя в зависимости от угла скоса набегающего потока. Для этого волнодвижитель судна содержащий криволинейную отклоняющую поверхность, выполнен в виде жесткой рамы, у которой две боковые стороны снабжены обращенными наружу цапфами, шарнирно закрепленными в вертикальных стойках балки, консольно закрепленной на подводном борту судна, а передняя по ходу судна сторона снабжена двумя параллельными валками, причем криволинейная отклоняющая поверхность выполнена в виде резиновой пластины, пропущенной между указанными валками и закрепленной своей

передней кромкой на кронштейне выполненном на борту впереди упомянутой балки, и задней кромкой закрепленной на задней стороне рамы.

На рис.4.5а представлен движитель в плане при его горизонтальном положении; на рис.4.5б то же, вид сбоку, на рис.4.5в вид сбоку при угле атаки  $20^\circ$ , Движитель выполнен в виде жесткой рамы 1, передняя сторона которой снабжена двумя параллельными валками 2. Рама 1 посредством цапф подвижно закреплена в гнездах 3 вертикальных стоек 4 балки 5, прикрепленной к борту 6 судна, Пластина 7 из резины прикреплена задней кромкой к раме 1, пропущена между валками 2 и закреплена передней кромкой на кронштейне

Где движитель имеет обтекатель 1, плоские боковые стенки 2 и гибкую металлическую рессору 3, консольно заделанную в обтекатель 1. На конце рессоры 3 закреплена горизонтальная ось 4, на которую посажены пустотелые ролики 5. Лента 6 выполнена из резины и армирована поперечными стержнями. Плавуемость роликов 5 выбрана из условия горизонтального положения рессоры 3 при отсутствии вертикальной составляющей потока.

При воздействии на ленту 6 набегающего потока рессора 3 отклоняется на угол, пропорциональный углу скоса потока, а эластичная лента 6 вытягивается и прогибается под давлением воды, обеспечивая плавное отклонение потока назад. Изменение формы отклоняющей стенки, в зависимости от ориентации потока, обеспечивает повышение тяги ВД.

Изобретение "Судовой волновой движитель" тех же авторов [114] (рис.4.6) является улучшение эксплуатационных качеств движителя путем изменения формы отклоняющей стенки в зависимости от ориентации набегающего потока. Указанная цель достигается тем, судовой ВД, содержащий корпус с обтекателем и плоскими боковыми стенками, внутри которого расположена криволинейная отклоняющая стенка, снабжен упругой пластиной консольно закрепленной одним концом в заднем торце обтекателя и снабженной на другом конце горизонтальной осью с роликами, а отклоняющая стенка выполнена в виде эластичной ленты, переброшенной через упомянутые ролики и закрепленной своими концами на верхней и нижней кромках заднего торца обтекателя, причем эластичная лента армирована поперечными стержнями.

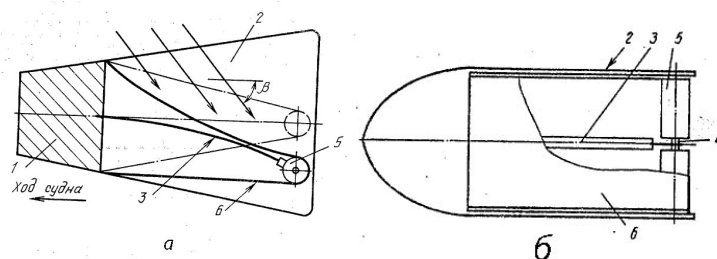


Рис. 4.6

На рис.4.6а представлено сечение движителя плоскостью параллельной ДП судна, на рис.4.6б движитель вид сверху. Движитель содержит обтекатель 1, плоские боковые стенки 2 и гибкую металлическую рессору 3 консольно заделанную в обтекатель 1. На свободных концах рессоры 5,3 закреплена горизонтальная ось 4, на которую посажены пустотелые ролики 5. Лента 6 выполнена из резины и армирована поперечными стержнями. При воздействии на ленту 6 набегающего потока рессора 3 отклоняется на угол пропорциональный углу скоса потока, а эластичная лента 6 вытягивается и прогибается под давлением воды, обеспечивая плавное отклонение потока назад. Изменение формы отклоняющей стенки в зависимости от ориентации потока обеспечивает повышение тяги ВД.

Изобретение «Полупогруженное судно» [115] (рис. 4.7) Никитина А.А., предлагается использовать в судостроении, в судах с использованием энергии морского волнения. Сущность изобретения: в двухкорпусном судне, содержащем соединенные между собой надводную и подводную части, между ними установлен резервуар для сбора воды, гидравлически связанный с турбиной. Использование изобретения позволяет преобразовать энергию волнения в дополнительную тягу движителя и тем самым повысить экономичность судна.

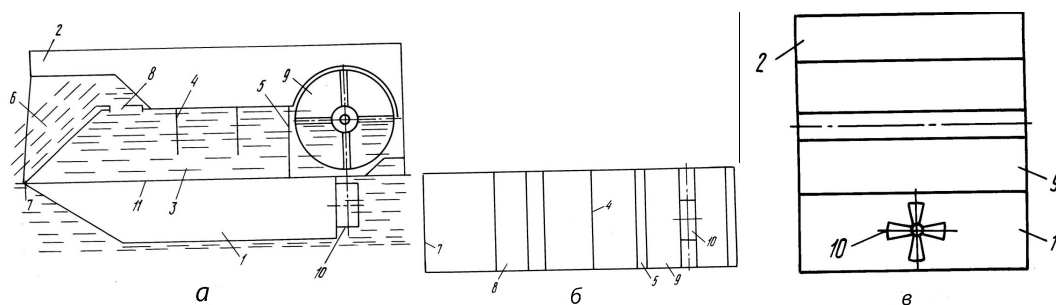


Рис. 4.7

На рис. 4.7а показан вид судна сбоку; на рис. 4.7б вид сверху; на рис. 4.7в - вид сзади.

На поплавке 1 установлен корпус 2, между ними находится резервуар-водохранилище 3 с переработками 4 и шлюзом 5, который закрывается во время штиля и на стоянках. Встречная вода 6 с учетом набегающей на плоскости волнореза 7 волны "забрасывается" в резервуар-водохранилище 3 через приемный люк 8, а при выходе воды из резервуара вращается турбина 9, заблокированная, например, с гребневым винтом 10.

Вода, проходящая сквозь резервуар, постоянно удерживает плавсредство в равновесии и на уровне ватерлинии 11.

Турбина вырабатывает тем больше энергии, чем выше волна, что повышает эффективность судна.

«Плоскодонное реактивное судно» Никитина А.А. [116] (рис. 4.8.) относится к водному транспорту и касается создания судов, использующих энергию морского волнения. Плоскодонное судно содержит подводную и надводную части, соединенные между собой. Подводная часть соединена с надводной частью при помощи колонн для свободного прохождения волн во всех направлениях по отношению к направлению движения судна. Судно имеет турбины для использования энергии волн как встречных, так и боковых и угловых. Технический результат реализации изобретения заключается в использовании энергии морского волнения при движении судна в любом направлении и под любым углом его ориентирования по отношению к волне.

Технический результат предложенного реактивного судна заключается в использовании морского волнения, при движении судна в любом направлении и под любым углом к волне. Реактивное судно состоит из подводной и надводной частей. Кроме того, оно снабжено реактивными маршевыми двигателями, а гребные винты выполняют роль маневра: влево, вправо, назад, вперед на малых скоростях, а предельно большие скорости достигаются за счет реактивных двигателей. Такое судно очень маневренно и по мере необходимости может менять посадку по ходу движения, подстраиваясь под высоту гребня волны или образуя водный бассейн на нижней палубе при притоплении судна. Корпус судна "подвешивается" над водой на колоннах, установленных на подводной части судна (поплавке, который гидравлически связан с открытой водой). Поплавок заполняется водой, уровень которой поддерживается воздушной подушкой, находящейся между поверхностью поплавка и поверхностью воды. Для всплытия судна воздух подсасывается водой при открытом клапане всасывающей трубы пневмогидросистемы, а при притоплении судна воздух выдавливается водой, поступающей через открытый люк в днище поплавка. Притопление и всплытие судна регулируется рассекателем-пером, способным поворачиваться вверх, всасывая воздух в поплавок, вытесняя тем самым воду из поплавка, и судно всплывает, а при поворачивании пера вниз воздух выдавливается слоем воды и судно притапливается. Особый эффект такого процесса будет при движении судна на больших скоростях, которые и обеспечиваются реактивными двигателями.

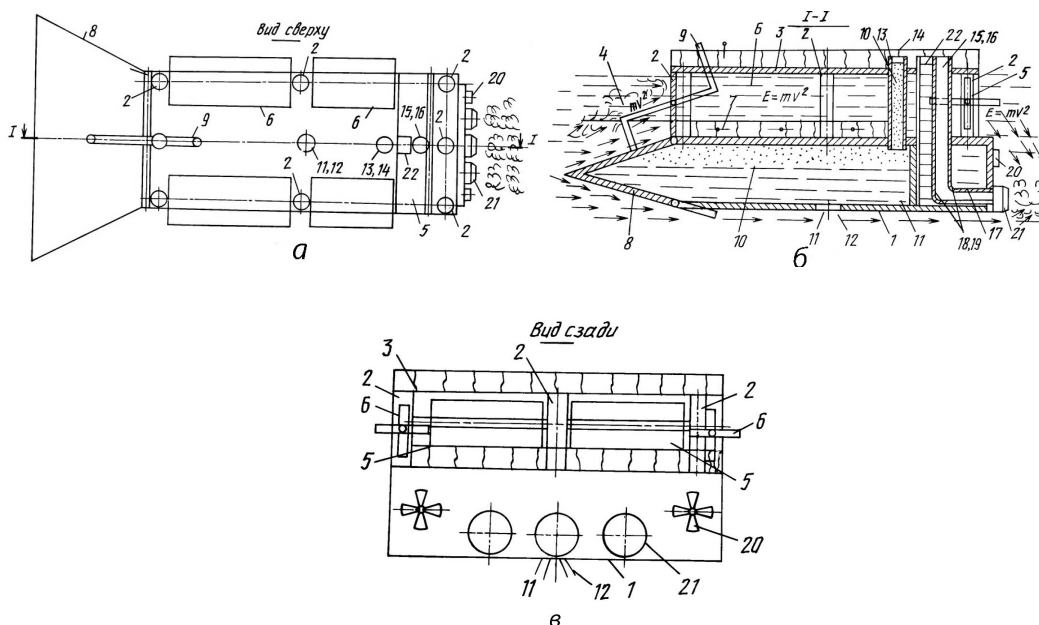


Рис. 4.8

Изобретение поясняется схематическими чертежами, где на рис. 4.8а дан вид сверху судна, на рис. 4.8б - вид по сечению  $I - I$ , на рис. 4.8в - вид сзади.

На поплавке 1, на колоннах 2 установлен корпус 3. В шторм волна 4, обладая огромной кинетической энергией, проходит между поверхностью поплавка 1 и днищем корпуса 3, вращает торцевые турбины при встречной волне 5, а при боковых и угловых волнах - турбины 6, при угловых - и те и другие. Во время штиля поверхность поплавка может выполнять роль нижней палубы или водного бассейна, отгороженного от открытого моря турникетом или сеткой 7.

Притопление и всплытие судна регулируется пером-рассекателем воды 8 при помощи рычажной системы 9. Для всплытия судна перо 8 поворачивается вверх, при этом воздух 10 нагнетается в поплавок 1, вытесняет воду 11 из поплавка через люк 12, находящийся в нижней части поплавка, и судно всплывает на нужную глубину. Воздух подается по трубе 13 с обратным клапаном 14. Воздух 15 и топливо 16 в машинное отделение 17 подается по трубопроводам 18 и 19 к двигателям гребных винтов 20 и реактивным двигателям 21.

Связь корпуса судна с машинным отделением 17 осуществляется через лифтовую шахту 22 с лестницами. Все трубопроводы и лифты герметизируются.

Изобретение УСТРОЙСТВО ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ СКОРОСТИ ДРЕЙФА СУДНА Чикаренко В.Г. [117] (рис. 4.9) относится к судостроению, а именно к судовым устройствам, уменьшающим скорость дрейфа судна за счет использования энергии килевой качки. Устройство

установлено в носовом бульбе судна и включает в себя расположенные симметрично относительно диаметральной плоскости судна вертикальные входные (1) и горизонтальные выходные каналы (3), соединенные между собой посредством поворотных колен (2). При килевой качке набегающий поток воды поступает в каналы (1) и выходит из каналов (3), сообщая судну тяговую силу ( $T$ ) за счет реакции выходящей струи. Данное устройство позволяет улучшить мореходные качества судна, уменьшить скорость дрейфа и амплитуду килевой качки, а также снизить расход топлива.

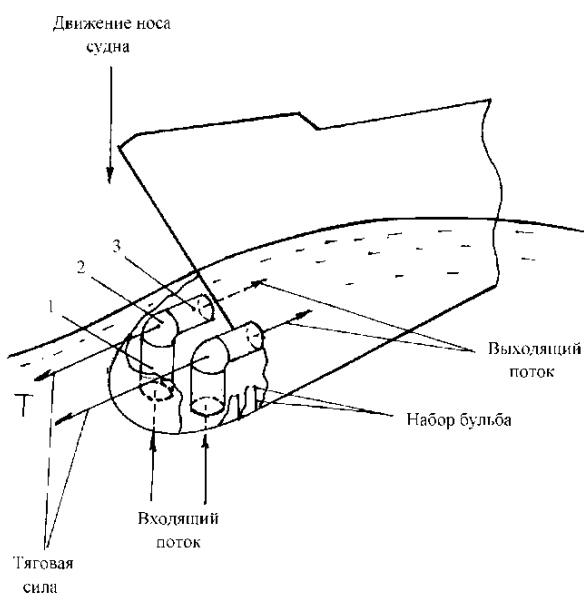


Рис. 4.9

В своей основе данное устройство, расположенное в носовом бульбе судна, имеет симметрично расположенные относительно диаметральной плоскости судна вертикальные 1 и горизонтальные 3 каналы, соединенные поворотными коленами 2.

Работа устройства происходит следующим образом. При движении на волнении носовой оконечности судна вниз набегающий поток жидкости поступает в вертикальные каналы 1, разворачивается в поворотном колене 2 и, выходя из горизонтального канала 3, за счет реакции выходящей струи сообщает судну тяговую силу  $T$ .

Следует отметить, что данная конструкция устройства улучшает мореходные качества судна, так как автоматически начинает работать при волнении моря, а, как известно, средние условия плавания океанских судов происходят при волнении моря 4 балла.

Таким образом, при работе совместно с главными движителями с помощью встроенного в бульб предлагаемого устройства можно значительно снизить расход топлива.



Кроме того, указанная конструкция устройства позволяет снизить амплитуду килевой качки судна, что благоприятно сказывается на условиях обитания экипажа.

Изобретение «ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ГИДРОРЕАКТИВНОЕ УСТРОЙСТВО» Дындора В.М. [118] (рис. 4.10).

Изобретение относится к устройствам для преобразования энергии волн, в частности для преобразования энергии колебания судна в гидрореактивную энергию, в том числе и при штормовых условиях с одновременным уменьшением качки вспомогательного гидрореактивного устройства вместе с устройством, на котором оно установлено, например судна.

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является использование всей энергии волн, независимо от угла набегания потока на устройство вдоль его продольной оси.

Техническим результатом, достигаемым при реализации изобретения, является повышение эффективности его использования при преобразовании энергии волн в гидрореактивную энергию.

Технический результат достигается за счет того, что вспомогательное гидрореактивное устройство содержит водовод, выполненный в виде расположенных симметрично относительно его продольной оси камер с входными водозаборными отверстиями и горизонтальными в поперечном сечении камер криволинейными стенками, образующими сужающиеся по ходу потока сопла с выходными отверстиями, перпендикулярными продольной оси водовода, при этом устройство содержит одну центральную камеру, две наружных камеры и, по крайней мере, две внутренних камеры, при этом входные водозаборные отверстия наружных камер расположены горизонтально и обращены противоположно друг другу, входные водозаборные отверстия внутренних камер расположены под углом к продольной оси и образуют входными водозаборными отверстиями наружных камер в вертикальном продольном сечении тупой угол, а входное водозаборное отверстие центральной камеры расположено вертикально перпендикулярно продольной оси водовода, причем вертикальные стенки камер образованы плоскими пластинами с образованием прямоугольного поперечного сечения камер водовода, наружная горизонтальная стенка наружной камеры выполнена из плоской пластины, а горизонтальные криволинейные стенки внутренней камеры общие одна с наружной камерой, а другая - с центральной камерой выполнены из плавно изогнутых пластин с выпуклым относительно продольной оси водовода участком со стороны входного водозаборного

отверстия и вогнутым относительно продольной оси водовода участком со стороны выходного отверстия сопла.

В ходе проведенных испытаний было установлено, что сочетание горизонтальных, наклонных и вертикального поперечно расположенного входных водозаборных отверстий, расположенных симметрично относительно продольной оси водовода устройства позволяет в полной мере использовать энергию волны и набегающего на устройство потока для их преобразования в гидрореактивную энергию. При установке на судне ниже его ватерлинии устройство позволяет преобразовывать энергии вертикальной и килевой качки судна в гидрореактивную энергию, что в свою очередь позволяет стабилизировать положение судна в штормовых условиях плавания, а также уменьшить качку судна. В результате килевой и вертикальной качки судна устройство преобразует энергию волн в гидрореактивную энергию струи воды, которая при переднем ходе судна способна компенсировать часть потери скорости при движении судна в штормовых условиях при движении судна против волны, без увеличения оборотов винта с целью экономии топлива.

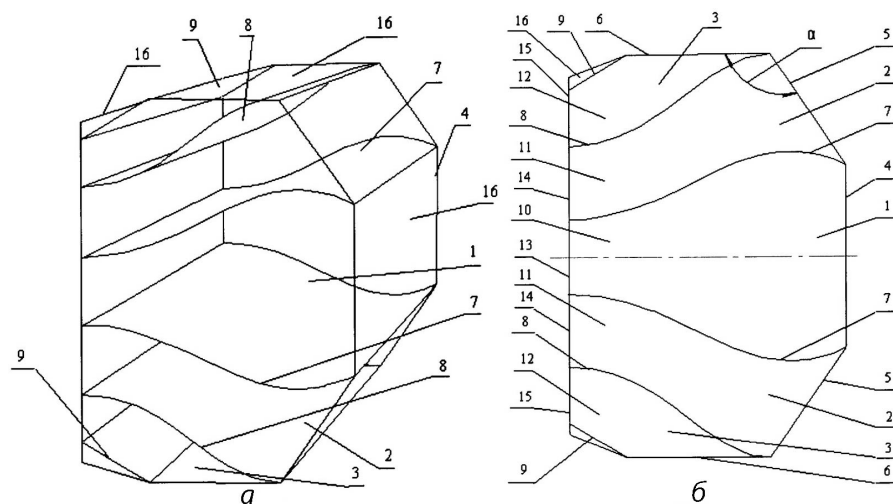


рис. 4.10

На рис. 4.10а представлена конструкция вспомогательного гидрореактивного устройства со снятой одной из вертикальных стенок камер водовода (контур снятой вертикальной стенки показан тонкой линией).

Вспомогательное гидрореактивное устройство содержит водовод, выполненный в виде расположенных симметрично относительно его продольной оси (рис. 4.10б), показана как осевая линия камер 1, 2 и 3 с входными водозаборными отверстиями 4, 5 и 6 и горизонтальными в поперечном сечении камер 1, 2, 3 криволинейными стенками 7, 8 и

плоской наружной стенкой 9 образующими сужающиеся по ходу потока сопла 10, 11 и 12 с выходными отверстиями 13, 14 и 15, перпендикулярными продольной оси водовода. Устройство содержит одну центральную камеру 1 и, по крайней мере, две внутренних камеры 2 и две наружных камеры 3. Количество внутренних камер 2 может быть увеличено. Водозаборные отверстия 6 наружных камер 3 расположены горизонтально и обращены противоположно друг другу. Входные водозаборные отверстия 5 внутренних камер 2 расположены под углом к продольной оси и образуют входными водозаборными отверстиями 6 наружных камер 3 в вертикальном продольном сечении тупой угол  $\alpha$ . Входное водозаборное отверстие 4 центральной камеры 1 расположено вертикально перпендикулярно продольной оси водовода. Вертикальные стенки 16 камер 1, 2 и 3 образованы плоскими пластинами с образованием прямоугольного поперечного сечения камер 1, 2, 3 водовода. Горизонтальные криволинейные стенки 7 и 8 внутренней камеры 2 общие одна с наружной камерой 3, а другая с центральной камерой 1 выполнены из плавно изогнутых пластин с выпуклым относительно продольной оси водовода участком со стороны входного водозаборного отверстия 5 и вогнутым относительно продольной оси водовода участком со стороны выходного отверстия 14 сопла 11.

Площадь входного поперечного сечения камер 1, 2 и 3 превышает на 13 - 20% площадь выходного поперечного сечения этих камер, соответственно 1, 2 и 3.

Угол  $\alpha$  между входными водозаборными отверстиями 6 и 5 наружной и внутренней камер 3 и 2 в продольной вертикальной плоскости сечения указанных камер составляет от  $120^\circ$  до  $140^\circ$ .

Входной участок горизонтальных криволинейных стенок 7 и 8 центральной камеры 1 и внутренних камер 2 загнут внутрь камеры 1 с образованием интерцептора.

Предпочтительно ширина каждой камеры 1, 2 и 3 составляет от 2 до 4 от высоты выходного сечения сопла.

Устройство, как правило, устанавливается ниже ватерлинии, в районе (или вместо) носового бульба, а также в кормовой части судна, по обеим сторонам от дейдвуда, впереди винта и ориентированы в направлении движения судна на переднем ходу.

Вспомогательное гидрореактивное устройство может быть изготовлено из того же материала, из которого изготавливается корпус судна (сталь, легкий сплав, стеклопластик и т.п.), по одинаковым

технологиям, на том же оборудовании и тем же составом работников судостроительного или судоремонтного предприятия.

Устройство способно реализовывать свои возможности при колебаниях судна в направлении вертикальной оси (всплывание) и угловых колебаниях вокруг поперечной оси (килевая качка).

Преобразование энергии качки в реактивный упор происходит в результате наполнения камер 1, 2 и 3 устройства водой и проталкивания потоков воды напором набегающей воды через камеры 1, 2 и 3 и сопла 10, 11 и 12 и выхода потоков через выходные отверстия 13, 14 и 15, соответственно сопел 10, 11 и 12 сопел, с большей скоростью, чем при входе в камеры 1, 2 и 3, и в направлении, противоположном движению судна на переднем ходу, создавая гидродинамический упор.

По существу устройство, закрепленное жестко на корпусе судна, работает как дополнительный гидрореактивный движитель, утилизируя энергию колебаний массы судна в набегающей волне и придавая судну дополнительный «упор» при движении передним ходом вразрез волны.

В качестве примера предлагается более подробное описание работы устройства по варианту колебаний судна вокруг поперечной оси (килевая качка) для устройства установленного в районе носовой оконечности судна.

При движении носовой оконечности судна вперед и вверх в толще воды происходит движение установленных на носовой оконечности судна вспомогательных гидрореактивных устройств вперед и вверх. В верхние камеры 3 и 2 и в центральную камеру 1 интенсивно поступает вода. Частично вода поступает в нижние камеры 2 и 3.

При входе в камеры 1, 2 и 3 через входные водозаборные отверстия 4, 5 и 6 потоки воды находятся под напором воды, набегающей на устройство со стороны входных водозаборных отверстий 4, 5 и 6. Интерцепторы выполненные на стенках 7 и 8 и образующие входную поперечную кромку, удерживая поступающую воду на входе центральной камеры 1 и внутренних камер 2, способствуют сохранению напора в центральной камере 1.

Напор набегающей воды обеспечивает прохождение потоков через камеры 1, 2 и 3, которые изменяют в заданном направлении вдоль судна движение потоков воды, а также создавая условия для прохождения потоков воды через сужающиеся (конфузорные) сопла 10, 11 и 12 и

поддерживают, вследствие сжатия, более высокую, чем при входе, скорость движения потока на выходе из сопел 10, 11 и 12.

При прохождении потоков воды через камеры 1, 2 и 3 энергия качки судна в сочетании с энергией набегающей волны, обеспечивает продвижение потоков и поддержание напора, что и позволяет преобразовать энергию волн в гидрореактивную силу, направленную горизонтально, по ходу движения судна.

При движении носовой оконечности судна вперед и вниз происходит движение установленных на носовой оконечности судна вспомогательных гидрореактивных устройств вперед и вниз. В центральную камеру 1, а также в нижние наружную и внутреннюю камеры 3 и 2 интенсивно поступает вода. Частично вода поступает в верхние внутреннюю и наружную камеры 2 и 3. В остальном происходят те же процессы преобразования энергии волн в гидрореактивную энергию на выходе из сопел 10, 11 и 12 устройства.

Такие же образом будут работать вспомогательные гидрореактивные устройства при их установке на кормовой оконечности судна.

Кроме того, вспомогательные гидрореактивные устройства, демпфируя возмущающие силы, раскачивающие судно, способствуют стабилизации положения судна и уменьшению качки судна, особенно в штормовых условиях эксплуатации.

Настоящее изобретение может быть использовано везде, где есть необходимость преобразования энергии волн в гидрореактивную энергию, в первую очередь в судостроительной промышленности.

Изобретение Петрашкевича В. В. и др. «УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МОРСКИХ ТЕЧЕНИЙ В СИЛУ, ДВИЖУЩУЮ СУДНО» [119] (рис. 4.11) относится к судостроению, морской гидротехнике и касается преобразования энергии морских течений (волн, приливов и отливов) в силу, движущую судно. Устройство для преобразования энергии морских течений в силу, движущую судно, имеет корпус судна, несколько полых круговых цилиндров - роторов, установленных с возможностью вращения вокруг вертикальной оси, электропривод вращения ротора, приспособление для переключения направления вращения ротора, источник электрического тока - аккумулятор, а также электропривод вращения гребного винта судна. Корпус судна снабжен несколькими поперечными сквозными каналами, в которых установлены роторы так, что продольные оси роторов совпадают с продольной осью судна, а поперечные оси роторов смещены от

поперечных осей сквозных каналов на величину, равную половине диаметра ротора. Окно между боковой стенкой сквозной камеры и ротором со стороны носа меньше, чем окно со стороны кормы судна. Поперечный сквозной канал в сечении может иметь прямоугольную форму, высота которого больше его ширины. Изобретение позволяет упростить конструкцию устройства и обеспечить доступность технического осмотра его элементов при эксплуатации устройства и минимальные затраты электрической энергии.

Устройство относится к области морской гидротехники и используется для преобразования энергии морских течений (волн, приливов и отливов) в силу, движущую судно.

Устройство для преобразования энергии морских течений в силу, движущую судно, поясняется чертежами:

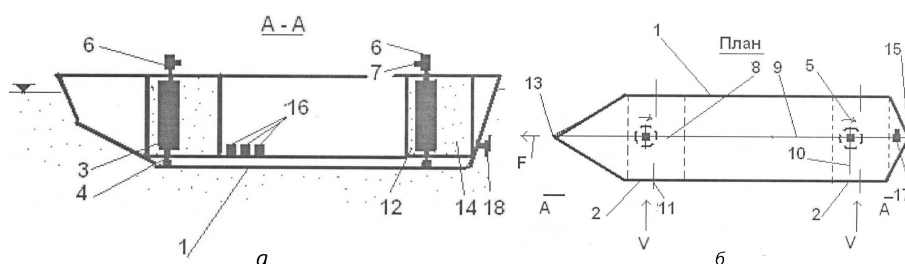


Рис. 4.11

На рис. 4.11а- вид А – А устройства; на рис. 4.11б - план устройства.

В корпусе судна 1 выполнено несколько поперечных (прямоугольных) сквозных каналов 2, в которых установлены полые круговые цилиндры-роторы 3 с возможностью вращения вокруг вертикальной оси 4. При подходном течении  $V$  с левого борта судна роторы вращаются в направлении 5. Вращение роторов производится от электроприводов 6. В составе устройства имеется приспособление 7 для изменения направления вращения ротора против часовой стрелки в том случае, когда подходной поток подходит с правого борта судна. Роторы установлены так, что их продольные оси 8 совпадают с продольной осью 9 судна, а их поперечные оси 10 смещены от поперечных осей 11 сквозных каналов на величину, равную половине диаметра ротора, причем окно 12 между боковой стенкой сквозной камеры и ротором со стороны носа 13 меньше, чем окно 14 со стороны кормы 15 судна. Зазор между основаниями роторов и верхней и нижней стенками сквозных каналов минимален. В состав устройства входит источник электрического тока - аккумулятор 16, электропривод 17 вращения гребного винта 18 судна. Это оборудование необходимо для вращения роторов и маневров судна при

отсутствии морских течений. Принятые обозначения:  $V$  - направление подходной скорости морского течения;  $F$  - направление подъемной силы, которая движет судно вперед.

Работает устройство следующим образом. Судно в море размещают так, чтобы направление морского течения  $V$  приходилось по борту судна. Если течение  $V$  с левого борта, то направление вращения роторов 3 от электроприводов 6 производится по часовой стрелке 5, если с правого, то приспособление 7 меняет направление вращения на направление против часовой стрелки. Роторы 3 обтекаются морским течением с циркуляцией, циркуляция потока образуется за счет вращения ротора 3 с небольшой скоростью. Распределение давления потока по боковой поверхности ротора 3 неравномерное. В области окна 12 давление отрицательное, это достигается за счет вращения ротора, совпадающего с направлением течения потока, и за счет больших скоростей течения потока в окне 12, площадь поперечного сечения которого меньше, чем площадь поперечного сечения окна 14. В области окна 14 имеет место положительное давление. В результате такого распределения давлений образуется подъемная сила  $F$ , направление которой совпадает с направлением продольной оси 9 судна. Эта сила  $F$  продвигает судно вперед. При размещении нескольких роторов по оси 9 силы  $F$  суммируются. При отсутствии морского течения судно перемещается (маневрирует) при помощи гребного винта 18, вращение которого производится от электропривода 17 с источником питания 16, который также используется для вращения роторов 3.

Внедрение устройства позволит использовать энергию морских течений для движения судна. Простота устройства и доступность технического осмотра его элементов позволит эксплуатировать его при минимальных затратах электрической энергии.

Глава 5. Анализ конструкций и схем силовых установок с поплавковыми системами, использующих энергию морского волнения.

Известен ряд изобретений А.А.Тарасова с силовыми установками, использующими ЭМВ.

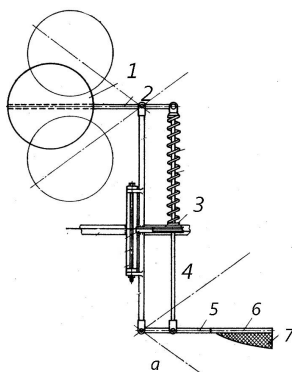


Рис.5.1а

Так в изобретении [120] (рис.5.1а), "Буксир - волноход Тарасова" целью является обеспечения маневрирования буксира - волнохода за счет ЭМВ. При набегании волны поплавок 1 подымается, задний конец рычага 2 опускается, пружина 3 сжимается, а вертикальная подвижная стойка 4 опускается и отклоняет вниз рычаг 5 и рабочую лопасть 6. При движении лопасти вниз диафрагма 7 прогибается вверх, отклоняет обтекающий ее поток назад и, тем самым, создает тягу направленную вперед. При отходе волны поплавок 1 опускается под воздействием собственного веса и усилия пружины 3. При этом задний конец рычага 2 подымается и, посредством вертикальной подвижной стойки 4, подымает нижний рычаг 5 и рабочую лопасть 6. При движении лопасти вверх диафрагма 7 прогибается вниз, отклоняет обтекающий ее поток назад и тем самым создает тягу, также направленную вперед. Предлагаемый буксир-волноход способен осуществлять движение и эффективное и экономичное маневрирование за счет ЭМВ.

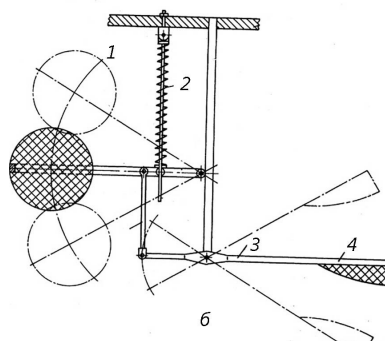


рис.5.1б

В изобретении "Волноход Тарасова" [121], (рис.5.1б), целью является уменьшение качки плавсредства. Рабочий элемент волновой силовой установки работает следующим образом. При набегании волны поплавок 1 поднимается, вследствие чего происходит сжатие пружины 2, а рычаг движителя 3 опускается. При этом диафрагма 4 прогибается вверх и при дальнейшем движении отклоняется обтекающий ее поток в сторону незакрепленного края диафрагмы, то есть назад, создавая реактивную силу, направленную вперед. При отходе волны поплавок 1 опускается, а движитель 3 подымается за счет энергии пружины 2 и момента сил, создаваемого весом поплавка 1, относительно оси шарнира рычага, на котором крепится поплавок. При этом диафрагма 4 прогибается вниз и при дальнейшем движении отклоняется обтекающий ее поток назад, создавая реактивную силу, направленную вперед. Сила упора рабочего элемента создается также за счет того, что при работе движитель колеблется по дуге окружности и поэтому сообщает захватываемой им массе обтекающего потока центробежную силу, направленную назад.

Изобретение обеспечивает движение плавсредства за счет ЭМВ, а



также уменьшение качки при волнении моря вследствие того, что исключаются удары волн о его корпус и все рабочие элементы волновой установки работают в разных фазах периода колебаний.

Предположительное применение - при создании плавучих платформ, несущих службу в океане, например, гидрометеорологических, спасательных и т.д.

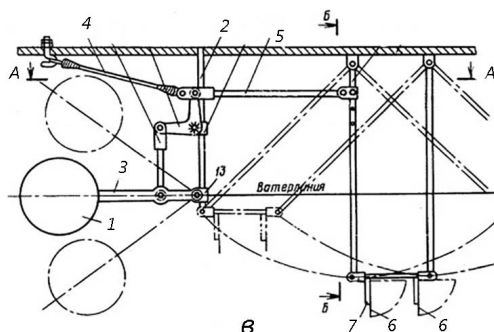


рис.5.1в

Целью "Силовой установки волнохода Антар - 7" [122] является повышение КПД $_{\varphi}$ . Силовая установка волнохода работает следующим образом (см. рис.5.1в).

При набегании волны плавник 1 поднимается и посредством вертикальной тяги 2 поворачивает двуплечий Г образный рычаг 3 вправо. При этом резиновый шнур 4 растягивается, горизонтальная тяга 5 отклоняет паралелограммный механизм в сторону кормы, а гребные лопасти 6 удерживаются упорами 7 в вертикальном положении и производят гребок, создавая силу тяги. При отходе волны поплавок 1 опускается под действием собственного веса и натяжения резинового шнура 4. При этом двуплечий Г-образный рычаг 3 поворачивается влево, а горизонтальная тяга 5 перемещается вперед и увлекает за собой паралелограммный механизм. Под воздействием встречного потока гребные лопасти 6 отклоняются назад и устанавливаются по направлению потока, не оказывая сопротивления движению.

В "Силовой установке волнохода Антар - 5" [123] того же автора, целью является повышение КПД $_{\varphi}$ . Силовая установка волнохода работает следующим образом, (см. рис.5.1г).

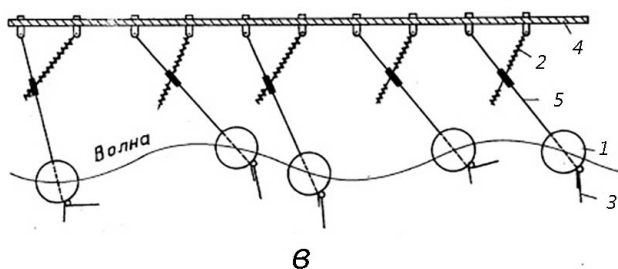


рис.5.1г

При набегании волны поплавок 1 отходит по дуге окружности назад и вверх. При этом пружина 2 сжимается, а гребная лопасть 3 прижимается в вертикальном положении к нижнему концу крестовины 4 и производит гребок, создавая силу тяги. При отходе волны поплавок 1 движется по дуге окружности вниз и вперед под воздействием собственного веса, веса одноплечего рычага 5 и силы пружины 2, а гребная лопасть 3 под воздействием встречного потока отклоняется назад, устанавливается по направлению потока и оказывает лишь незначительное сопротивление движению. При подходе к крайнему переднему положению одноплечий рычаг 5 сжимает амортизационную пружину и останавливается до подхода следующей волны.

А.А.Тарасовым в изобретении "Волновая силовая установка плавсредства Антар - 6" [124] (рис. 5.2), предлагается и такое техническое решение, когда преобразованная кинетическая ЭМВ через поплавковую систему передается на гребной винт.

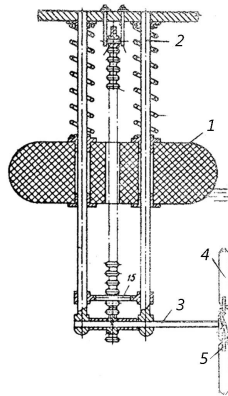
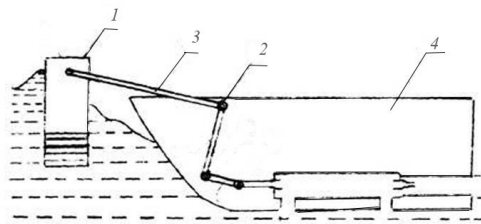


Рис. 5.2

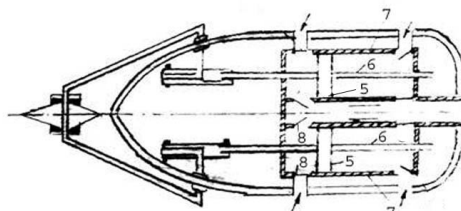
При набегании волны поплавок 1 поднимается и сжимает пружины 2, при этом цепная передача (не показана) вращает гребной вал 3, а лопасти 4 под воздействием встречного потока поворачиваются до упора с ограничителями 5 и, вращаясь, создают силу тяги. При отходе волны поплавок 1 опускается под воздействием собственного веса и энергии пружин 2, а цепная передача вращает гребной вал 3 в другую сторону. При этом под воздействием встречного потока лопасти 4 поворачиваются в другую сторону до упора с другими стержнями и, вращаясь, создают силу тяги в том же направлении как и в первом случае. По сравнению с предыдущим устройством предлагаемая установка обладает более высоким КПД<sub>φ</sub>.

В изобретении "Судно, приводимое в движение посредством морских волн", Гарри Гаргоса [125] (рис.5.3), предложена конструкция поплавкового ВД создающего реактивную тягу при помощи использования

ЭМВ.



а



б

рис.5.3

Судно снабжено внешним поплавком 1, системой шарниров 2 и тяг 3, прикрепленных к кораблю 4. Перемещение поплавка 1 приводит в движение систему шарниров 2 и тяг 3, которые в свою очередь вызывают перемещение поршня 5 штоками 6 внутри цилиндра 7. При поступательном перемещении поршня 5 внутри цилиндра, поплавок 1, под действием ЭМВ, через систему шарниров 2 и тяг 3 толкает шток 6 поршня 5, от разности давлений в цилиндре 7 открывается (или закрывается) система обратных клапанов 8 и жидкость проталкивается поршнем 5 в сопло 9, создавая реактивную тягу, которая и движет корабль 4.

Интересно техническое решение "Волнового движителя плавсредства", предложенное А.В.Савченко и В.А.Осадчуком [126] (рис. 5. 4).

Изобретение относится к судостроению, и именно к движителям плавучих средств, создающих тягу за счет энергии морских волн.

Целью изобретения является повышение надежности и упрощение конструкции.

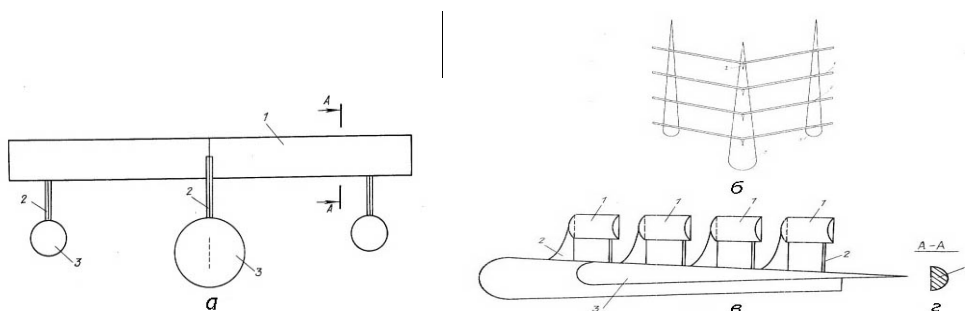


Рис.5. 4

На рис.5. 4а показан волновой движитель плавсредства, вид с носа; на фиг. рис.5. 4б то же, вид сверху; на рис.5. 4в то же, вид сбоку; рис.5. 4г - сечение А-А рис.5. 4а.

Волновой движитель плавсредства содержит профилированные рабочие органы 1, имеющие в поперечном сечении форму сегмента. Каждый рабочий орган с помощью стоек 2 жестко закреплен на элементах 3 корпуса плавсредства.

Устройство работает следующим образом. Регулируя плавучесть рабочих органов путем балластирования - дебалластирования, обеспечивают их погружение таким образом, чтобы они находились в приповерхностном слое, где при волнении возникают максимальные скорости орбитального движения частиц воды.

Благодаря сегментной форме в поперечном сечении рабочих органов 1 образуется подъемная сила (тяги), вектор которой направлен вперед при вертикальном перемещении частиц воды.

При горизонтальном перемещении частиц воды, благодаря повышенному гидродинамическому сопротивлению рабочих органов при попутном потоке, по сравнению с гидродинамическим сопротивлением при встречном потоке, вектор осредненной по времени тяги также направлен в сторону носовой оконечности плавсредства, т.е. вперед по ходу плавсредства.

Изобретение «ПЛАВУЧЕЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО РОТОР - ВОЛНОХОД» Викторук В. А. [127] (рис.5. 5) относится к судостроению, а именно к плавсредствам, использующим энергию морских волн и ветра. Сущность изобретения: плавучее транспортное средство содержит корпус, выполненный в виде поднятой над водой горизонтальной платформы 1, установленной на рабочих элементах, каждый из которых включает в себя движитель, закрепленный на корпусе с помощью подвески, подпружиненной относительно последнего. Плавучее транспортное средство снабжено ветроагрегатом, установленным над платформой 1 на стойках 14, опирающихся на тележки, установленные с возможностью перемещения для ориентирования ветроагрегата на ветер на направляющие 15, смонтированные на палубе платформы 1. Подвеска выполнена в виде балансира 2, одноплечий рычаг которого имеет L - образную форму вы продольном сечении. Движитель закреплен на свободном горизонтальном конце одноплечего рычага и выполнен в виде полого каплевидного поплавка 3 с винтовыми гребнями 4 на его внешней поверхности.

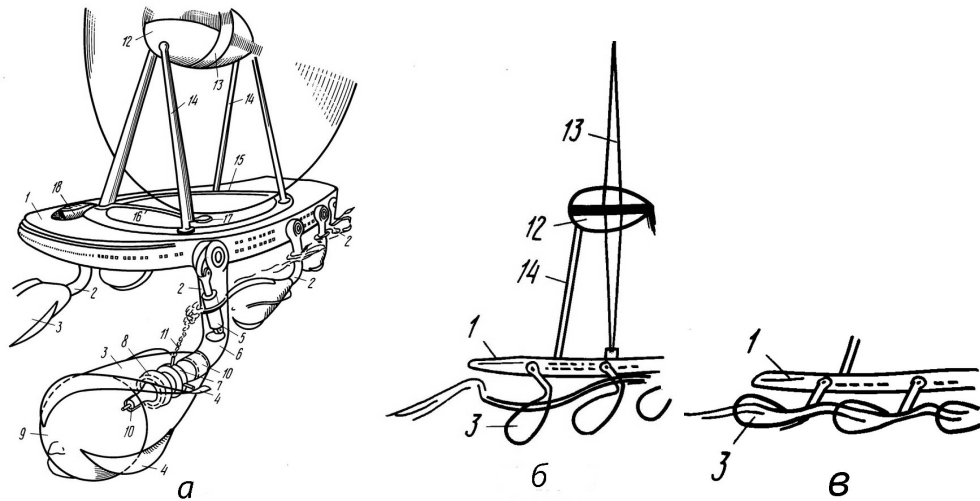


Рис. 5.5

На рис. 5.5а изображен вид ротор - волнохода в перспективе, с условным изображением поплавка - балансира; на рис. 5.5б положение балансирной подвески при большом волнении и с зафиксированной лопастью ветроколеса; на рис. 5.5в - балансирная подвеска в режиме слабой волны.

Ротор - волноход состоит из продолговатой платформы 1, по каждому болту которой шарнирно закреплены, например, по четыре *L*-образных балансира 2, на горизонтальном конце каждого закреплен ротативный каплевидный поплавок 3, обвитый винтовыми гребнями 4. В вертикальную часть балансира 2 встроен гидроцилиндр-преобразователь 5, шток которого имеет возможность крепления на относительно неподвижной платформе 1, а его ход может быть регулируемым. Полезно используется и горизонтальная часть балансира 2, например, в ее полость 6 может быть встроен гидроаккумулятор, а на ее концевой части закрепляются механизмы приводов, например, гидропривод 7 поплавка 3 и привод генератора 8. Следует отметить, что с гидроприводом 7 имеет возможность конструктивно совмещаться двигатель внутреннего сгорания, хранилищем газообразного топлива для которого может служить встроенный в носовую часть поплавка 3 шаровидный резервуар 9. Поплавок 3 удерживается на балансире 2 через посредство подшипников 10. В поплавке 3 имеется выход 11 выхлопным газом. В среднюю часть корпуса 12 ветроагрегата встроен ветроколесо 13, имеющее возможность связи с гидронасосом. С наветренной и подветренной сторон корпус 12 поддерживает стойки 14, которые, в свою очередь опираются на тележки ориентации, через посредство встроенных в палубу монорельсов 15. В наветренные стойки 14 имеется возможность встраивания, с предварительным напряжением, всасывающего и нагнетающего трубопроводов гидросистемы ветроагрегата, которые, через посредство

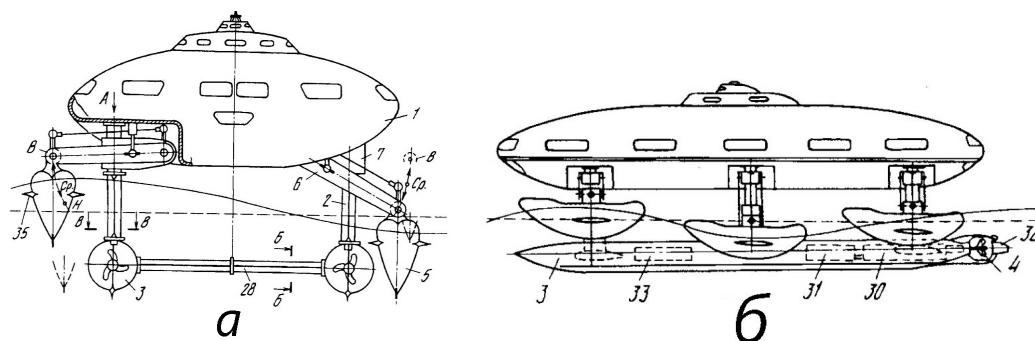
эстакады 16, связаны с центральным коллектором 17, встроенным в платформу 1. Последующее отверстие трубопроводов от коллектора 17 выполнено с возможностью связи с гидросистемой балансира 2. Как всякое крупное плавсредство, ротор - волноход снабжается спасательными средствами, например, шлюпкой 18.

Ротор - волноход работает следующим образом.

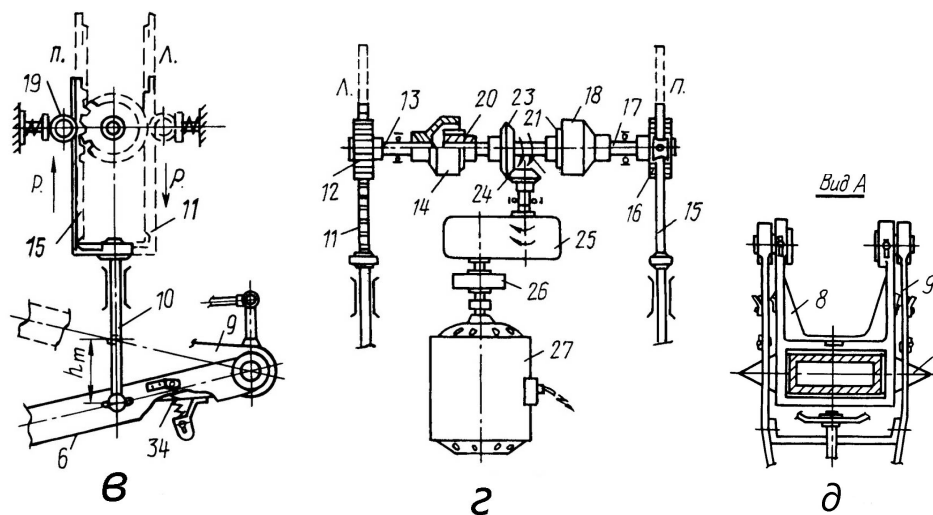
При периодическом попадании поплавок 3 на гребень волны, происходят колебания в ту или иную сторону балансира 2 и поступательное перемещение встроенного в балансир 2 гидроцилиндра 5, шток которого при этом остается относительно неподвижным. Вследствии цикла перемещений поршня в цилиндре 5, рабочая жидкость получает возможность закачки в гидроаккумулятор 6, из которого ее можно полезно использовать, например, для вращения поплавок 3 с помощью связанного с ним гидромотора 7 и выработки электроэнергии генератором 8. Получивший вращение поплавок 3, благодаря винтовым гребням 4, создает некоторую тягу, которая, при согласованном вращении других поплавков - суммируется. При дифференциации такого вращения, ротор - волноход получает возможность маневра. На случай чрезмерного волнения, сектор колебаний балансира 2 может быть смещен в сторону большого заглубления поплавков 3. Дополнительно, при наличии достаточной силы ветра, вводится в работу ветроагрегат 12. Для этого тележки ориентации растормаживаются и согласованно передвигаются в направляющих монорельса 15, поворачивая стойки 14 и, собственно, ветроагрегат 12, например, до совпадения направления ветра с осью вращения ветроколеса 13. После фиксации тележек, ветроколесо 13, раскручиваясь, приводит в действие гидронасос, который начинает всасывать рабочую жидкость через трубопровод одной из стоек 14. Жидкость под давлением, как продукт преобразования вращательного момента ветроколеса 13, с выхода насоса может нагнетаться через напорные трубопроводы стойки 14 и эстакады 16 в центральный коллектор 17, имеющий связь с гидросистемой балансира 2, следовательно, гидропотенциал ветроагрегата 12 получает возможность, буквально, сливаться с энергопотенциалом балансира 2, обеспечивая ход и заряжая гидроаккумуляторы 6. В случае больших излишков гидропотенциала, их целесообразно запасать более концентрировано и в существенно больших объемах, скажем, в виде водородного аккумулирования. Для этого, параллельно с ходовым приводом, или без такового, если на стоянке вводить в работу электрогенераторы 8. В режиме хода отработанные газы могут выбрасываться в водную толщу, непосредственно перед телом балансира 2, разрушая монолит волн. В качестве аварийного источника могут быть использованы топливные элементы.

Технический результат на достижение которого направлено изобретение, заключается в повышении мореходных качеств и расширении энергетических возможностей.

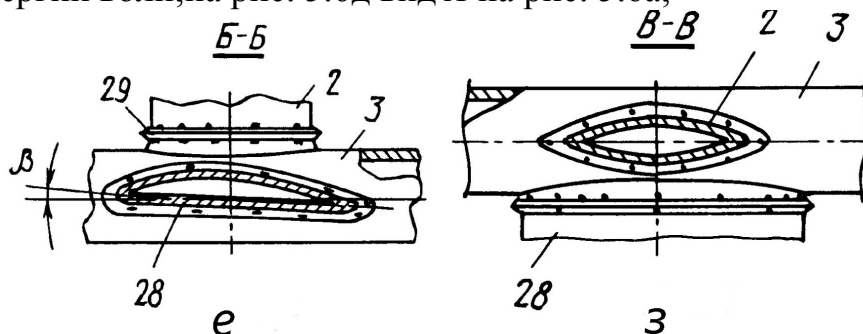
Изобретение «ВОЛНОХОД» Федчишина В. Г. [128] (рис. 5.6) относится к морскому судостроению и касается конструирования штурмоустойчивых морских плавсредств с надводным расположением корпуса. Сущность изобретения заключается в том, что волноход содержит надводный корпус, который связан вертикальными полупогруженными стойками с сигарообразными подводными поплавками, имеющими движители и соединяющие их герметизированные горизонтальные перемычки. Волноход выполнен с размещенными по каждому борту по крайней мере тремя боковыми поплавками, каждый из которых шарнирно связан посредством поворотной консоли с соответствующей ему кареткой, установленной в верхней части своей вертикальной полупогруженной стойки, при этом каждая каретка выполнена с выступающими с внутренней стороны за ее пределы двумя кронштейнами, шарнирно соединенными с пластинами внутренних концов консоли, а к каждой из консолей на удалении, не выступающем за пределы днища корпуса судна, шарнирно соединены два удаленные друг от друга на ширину консоли вертикальных штока левой и правой зубчатых реек, каждая из которых зацеплена с цилиндрической шестерней полуоси, на внутреннем конце которой посажена ведущая обойма обгонной муфты, причем обе ведомые ступицы левой и правой обгонных муфт имеют одинаковое направление вращения и посажены на концах вала, имеющего в средней части коническую шестерню, зацепленную с конической шестерней вала отбора мощности, связанного со входным валом мультипликатора, соединенного на выходе через инерционную обгонную муфту с электрогенератором.



На рис. 5.6а изображен вид на волноход со стороны его кормовой оконечности; на рис. 5.6б боковой вид волнохода;



на рис. 5.6в вид сбоку на рейки устройства волнохода для отбора энергии; на рис. 5.6г функциональная схема вышеупомянутого устройства для отбора энергии волн; на рис. 5.6д вид А на рис. 5.6а;



на рис. 5.6е - разрез *Б - Б* на фиг. 1; на рис. 5.6з разрез *В - В* рис. 5.6з.

Волноход содержит корпус 1, вертикальные полупогруженные стойки 2 и погруженные в воду сигарообразные подводные поплавки 3 с двигателями 4. Волноход имеет с каждого борта по меньшей мере по три боковых поплавка 5. Каждый из последних связан посредством поворотной консоли 6 с кареткой 7, находящейся в верхней части соответствующей ей стойки 2. Каретка 7 с внутренней стороны (под днищем корпуса) имеет выступающие кронштейны 8, позволяющие при небольшом удалении поплавка 5 от стойки 2 иметь увеличенную амплитуду его вертикального перемещения. Консоль 6 в области каретки 7 выполнена из двух пластин 9, шарнирно соединенных концами с кронштейнами 8. К каждой пластине 9 в промежуточной части, не выступающей за пределы корпуса 1, шарнирно присоединен вертикальный шток 10, верхним концом жестко связанный с одной из зубчатых реек. Левая зубчатая рейка 11 зацеплена с шестерней 12, посаженной на левую полуось 13, которая противоположным концом жестко соединена с ведущей обоймой 14 левой обгонной роликовой муфты. Соответственно правая зубчатая рейка 15 зацеплена с шестерней 16, посаженной на первую полуось 17, связанную с ведущей обоймой 18 правой обгонной муфты. С



тыльной стороны рейки подпружинены упорными роликами 19. Внутренние ведомые ступицы 20 и 21 этих обгонных муфт посажены на концах вала 22, в средней части которого размещена коническая шестерня 23, зацепленная с конической шестерней 24, посаженной на входной вал мультипликатора 25. Выходной вал мультипликатора 25 посредством инерционной обгонной муфты 26 соединен с электрогенератором 27. Благодаря массивной инерционной обгонной муфте 26 сохраняется равномерная передача крутящего момента на электрогенератор 27 в промежуточные моменты нахождения консоли 6 в крайних (верхнем и нижнем) положении. Передние (носовые) и задние (кормовые) стойки 2 в нижней своей части соединены между собой крыльевыми перемычками 28, имеющими обтекаемую гидродинамическую форму и расположенными под углом атаки к горизонтальной плоскости, позволяющим (как у судов на подводных крыльях) создавать подъемную силу на рейсовой скорости движения. Нижние части стоек 2, контактирующие извне с водой, имеют обтекаемую форму и соединены герметизированными фланцами 29 с сигарообразными поплавками 3. Внутри каждого из поплавков 3 в кормовой части расположена судовая силовая установка 30, топливные цистерны 31 и руль 32. В свободных полостях поплавков 3 размещены накопители 33 энергии (при наличии надпалубных ветроустановок, не показанных на чертежах). Герметизированные от воды поплавки 3 через пустотелые стойки 2 сообщены с корпусом 1 и соответственно с атмосферой, обеспечивая одновременно свободный доступ к судовым силовым установкам обслуживающего персонала и свежего воздуха.

Волноход эксплуатируется следующим образом. После первого спуска на воду (в доке) при порожнем корпусе 1 (без полезных грузов, команды и пассажиров) заполнение топливом сигарообразных поплавков 3 выбирается таким, при котором днище корпуса 1 со снятыми боковыми поплавками 5 будет находиться в непосредственной близости от горизонтальной поверхности воды или касаться ее. После установки боковых поплавков 5 корпус 1 независимо от последующей его загрузки всегда будет находиться в подводном положении. Консоли 6 на спокойной воде с помощью мощных пружин 34, имеющих регулируемый натяг, устанавливаются в среднее положение (при общей загрузке корпуса 1 на 60-70%). В дальнейшем при плавании на больших волнах каждый из поплавков 5 будет повторять амплитуду  $h_m$  его колебаний и препятствовать передаче энергии волн на надводный корпус 1. Для более эффективного повторения траектории волн поплавок 5 снабжен с двух боковых сторон закрылками 35 обтекаемой формы. В принципе, энергии, вырабатываемой по меньшей мере шестью мощными электрогенераторами 27 и аккумулируемой размещенными в поплавках 3 накопителями, достаточно для не быстрого длительного плавания без потребления топлива вообще. При дополнительном надпалубном размещении, например, двух

ветроустановок (на чертеже не показаны) энергоснабжение такого экологически чистого плавсредства существенно улучшается и может быть вполне достаточным для нормального поступательного движения на электрическом ходу. В основном (топливном) варианте исполнения при достаточной мощности дизельных судовых установок 30 и соответствующей им загрузке корпуса 1 волноход после достижения рейсовой скорости может при верхнем расположении кареток 7 и подъеме всех боковых поплавков 5 выйти на форсированный глиссирующий (или близкий к нему) режим. Это в ряде случаев может быть важным особенно при изменении курса в сторону терпящего бедствие другого судна. Так как колебания вверх-вниз поплавков 5 на волнах происходят не взаимосвязанно между собой, усредненное результирующее их воздействие на судно будет незначительным и в идеальном случае стремиться к нулевому, что позволит даже в штормовую погоду (при размещении поплавков 3 ниже уровня волн) сохранять постоянным горизонтальное положение палубы корпуса 1. Этому дополнительно будут способствовать обтекаемые плоскости крыльевых перемычек 28 особенно во время движения судна. При разной загрузке корпуса 1 с целью сохранения одинаковой плавучести (и глубины погружения) боковых поплавков 5 каретки 7 снабжены средствами их вертикального перемещения в пределах верхней части стоек 2 (на чертежах эти средства не показаны).

Технический результат от внедрения описываемого изобретения состоит в использовании энергии волн и в повышении эксплуатационных качеств волнохода.

Изобретение «ПАРУСНОЕ СУДНО» Чепилко С. С. [129] (рис. рис. 5.7) относится к судостроению, а более конкретно к конструкции парусного судна.

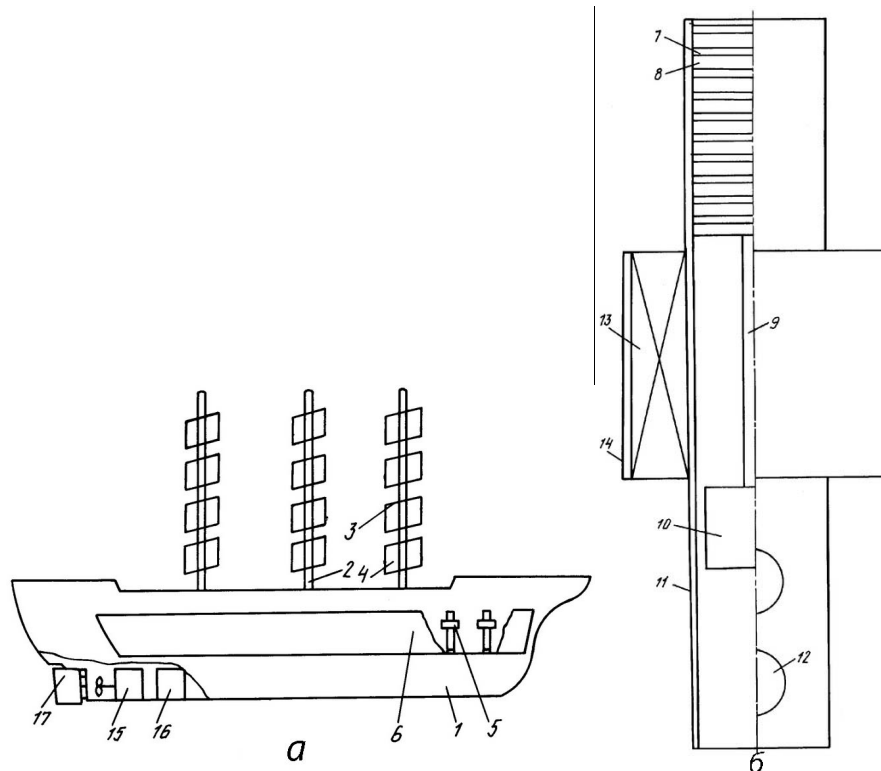
Целью изобретения является сокращение затрат горючего. Указанная цель достигается тем, что в судне, имеющем корпус, снабженные электроприводом поворотные мачты, на которых с возможностью вращения установлены реи с закрепленными на них парусами, а также источники энергии и аккумуляторы, в качестве источников электроэнергии применены волновые электрогенераторы, состоящие каждый из магнитного якоря, соединенного с поплавком и помещенного в вертикальную направляющую, выполненную из неэлектропроводного материала в форме трубки с отверстиями, сообщающими ее с окружающей средой, а также обмотки статора, заключенной в коробку, охватывающую направляющую.

Кроме того, имеется ЭВМ для управления такелажем и электрической схемой судна.

Кроме того, волновые электрогенераторы отделены от моря щитами.

Кроме того, имеется резервный двигатель с гребным винтом.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлены:



на рис. 5.7а общий вид судна, вид сбоку, на рис. 5.7б - волновой электрогенератор.

Судно включает корпус 1, снабженные электроприводами (не показаны) поворотные мачты 2 и поворотные реи 3. На реях 3 закреплены паруса 4. Вдоль бортов расположены волновые электрогенераторы 5, отделенные от моря щитами 6. Каждый волновой электрогенератор 5 включает якорь, состоящий из магнитных 7 и немагнитных 8 частей, соединенный штоком 9 с поплавком 10 и помещенный с возможностью возвратно-поступательного движения в вертикальную направляющую 11, выполненную из неэлектропроводного материала в форме трубки с отверстиями 12, сообщающими ее с окружающей средой. Обмотка 13 статора помещена в герметичную коробку 14, охватывающую направляющую 11. Имеются также резервный двигатель 15 с гребным винтом, аккумулятор 16, руль 17 и ЭВМ.

Судно используется следующим образом. В соответствии с заданным курсом, направлением и силой ветра по командам ЭВМ электроприводами разворачивается необходимое количество парусов 4, поворачиваются мачты 2 и руль 17 на нужные углы.

Электроэнергию приводы получают от волновых электрогенераторов 5, каждый из которых работает так. При прохождении волны поплавок 10 совершает возвратно-поступательное движение вверх и вниз, соответственно перемещая якорь. Магнитные силовые линии магнитных частей 8 якоря пересекают витки обмотки 13 статора. В обмотке 13 наводится ЭДС. Электрический ток через выпрямители подается на электроприводы такелажа или на аккумуляторы 16 или на другие потребители судна.

При отсутствии ветра судно перемещается с помощью резервного двигателя 15. В отсутствие волнения используется электроэнергия, запасенная в аккумуляторах 16.

Основным источником энергии для движения и других потребностей судна являются волновые электрогенераторы. Использование резервного двигателя происходит редко. Поэтому предлагаемое судно потребляет количество энергии, значительно меньшее, чем известное судно того же водоизмещения.

Технический результат заключается в сокращении затрат горючего, потребляемого двигателем электрогенератора судна.

Изобретение «СУДОВОЙ ДВИЖИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС» [130] (рис. рис. 5.8), того же автора, относится к судостроению и касается конструкции судовых парусно-роторных движительных комплексов, использующих энергию ветра. Судовой движительный комплекс имеет роторные и парусные движители и источник электроэнергии. В качестве источника электроэнергии применены волновые электрогенераторы, каждый из которых состоит из магнитного якоря, соединенного с поплавком и помещенного в вертикальную направляющую, выполненную из неэлектропроводного материала в форме трубки с отверстиями, сообщающими ее внутреннюю полость с окружающей средой, а также обмотки статора, заключенной в магнитопровод и помещенной в коробку, охватывающую направляющую. Мачты и роторы могут быть выполнены телескопическими и убирающимися внутрь судна. Целесообразно на судне устанавливать щиты, защищающие волновые электрогенераторы. Технический результат заключается в уменьшении затрат топлива посредством повышения эффективности использования энергии волн.

Целью изобретения является сокращение затрат органического топлива. Указанная цель достигается тем, что в судовом движительном комплексе, включающем роторные и парусные движители и источник электроэнергии, в качестве источника электроэнергии использованы волновые электрогенераторы, включающие каждый якорь из постоянных магнитов, соединенный с поплавком и помещенный с возможностью возвратно-поступательного движения в вертикальную направляющую, выполненную из неэлектропроводного материала в форме трубки с отверстиями, сообщающими ее внутреннюю полость с окружающей средой, и обмотку статора, заключенную в магнитопровод и помещенную в коробку, охватывающую корпус направляющей.

Кроме того, мачты и роторы выполнены телескопическими и убирающимися внутрь корпуса судна.

Кроме того, имеется ЭВМ, управляющая работой механизмов и электрической схемой судна.

Кроме того, установлены щиты, защищающие волновые электрогенераторы от столкновения с какими-либо предметами.

Кроме того, имеется резервный двигатель с гребным винтом.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлены:

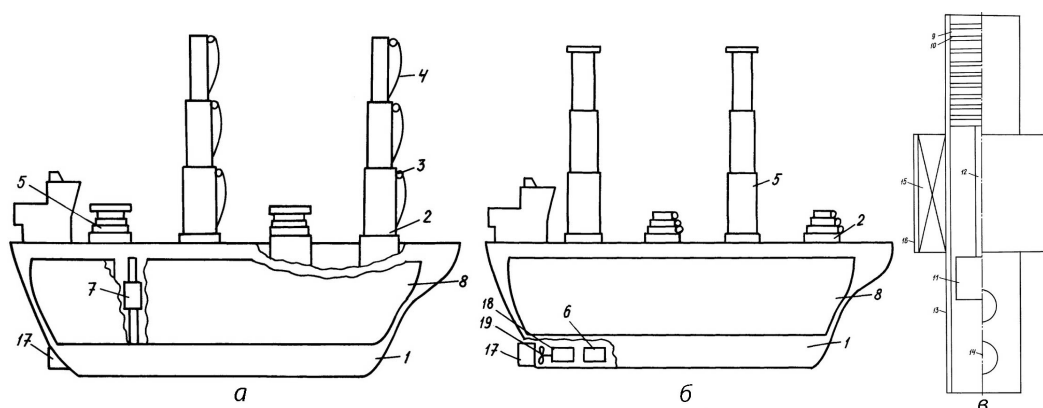


Рис. 5.8

На рис. 5.8а - судно с выдвинутыми мачтами и убранными роторами, на рис. 5.8б - то же с убранными мачтами и выдвинутыми роторами, на рис. 5.8в - волновой электрогенератор.

Судно с движительным комплексом включает корпус 1, оснащенные электроприводами телескопические мачты 2 и рей 3 с парусами 4,

телескопические роторы 5, аккумуляторы 6, а также закрепленные вдоль бортов волновые электрогенераторы 7, защищенные щитами 8. Каждый волновой электрогенератор состоит из якоря, собранного из магнитных 9 и немагнитных 10 частей, соединенного с поплавком 11 с помощью штока 12 и помещенного в вертикальную направляющую 13, выполненную из неэлектропроводного материала в форме трубки с отверстиями 14, сообщающими ее полость с окружающей средой. Обмотка 15 статора заключена в магнитопровод и помещена в коробку 16, охватывающую корпус направляющей 13. В составе судна имеется ЭВМ, руль 17 и резервный двигатель 18 с гребным винтом 19.

Судно управляется по командам ЭВМ согласно заданному курсу в соответствии с направлением и силой ветра. При попутном ветре убирают внутрь судна телескопические роторы 5, поднимают и раздвигают телескопические мачты 2, вращением рей 3 разворачивают паруса. В случае бокового ветра поднимают и раздвигают телескопические роторы 5, сворачивают на реях паруса 4, сдвигают и убирают внутрь судна телескопические мачты 2. При изменении направления и силы ветра поднимают или опускают телескопические мачты 2 и роторы 5, устанавливают необходимое количество развернутых парусов и углы поворота руля 7 и мачт 2.

Электроэнергия вырабатывается волновыми электрогенераторами. Под действием волн в каждом волновом генераторе поплавок 11 движется вверх - вниз и через шток 12 передает возвратно-поступательное движение якорю. Магнитные силовые линии якоря пересекают витки обмотки 15 статора, наводя в них ЭДС. Электрический ток из обмотки 15 после выпрямителя подается на электроприводы механизмов судна или на аккумуляторы.

В штиль передвижения судна осуществляются с помощью резервного двигателя 18. В отсутствие волнения используется запасенная энергия аккумуляторов 6.

Таким образом, при любом направлении ветра обеспечивается эффективная и надежная работа судна. Резервный двигатель работает незначительную часть времени работы судна и потребляет, соответственно, небольшое количество горючего.

Технический результат заключается в уменьшении затрат топлива посредством повышения эффективности использования энергии волн.

Изобретение «СУДОВОЙ ВОЛНОДВИЖИТЕЛЬ» [131] (рис. 5.9) группы авторов из НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова относится к

судостроению, а именно к движителям, использующим энергию морских волн. Судовой волнодвижитель состоит из гребного винта, насаженного на коленчатый вал, закрепленный на кронштейнах между корпусами катамарана. В качестве активных элементов, приводящих во вращение коленчатый вал, используют поплавки, имеющие положительную плавучесть. Поплавки совершают вертикальные колебания при прохождении волн между корпусами катамарана. Энергия волн через поплавки, кривошипно-шатунный механизм и коленчатый вал передается гребному винту. Упрощается конструкция волнодвижителя.

Изобретение относится к судостроению, а именно к движителям, использующим энергию морских волн. Среднее состояние морей и океанов - это состояние, при котором волнение составляет 3-4 балла. Остается решить техническую задачу: создать устройства, которые будут извлекать и преобразовывать энергию волнения.

В предлагаемом изобретении техническое решение задачи размещения волнодвижительной установки осуществляется таким образом, что все ее компоненты находятся между корпусами катамарана. Устройство судовой волнодвижителя, размещенного на катамаране 1 (см. чертеж).

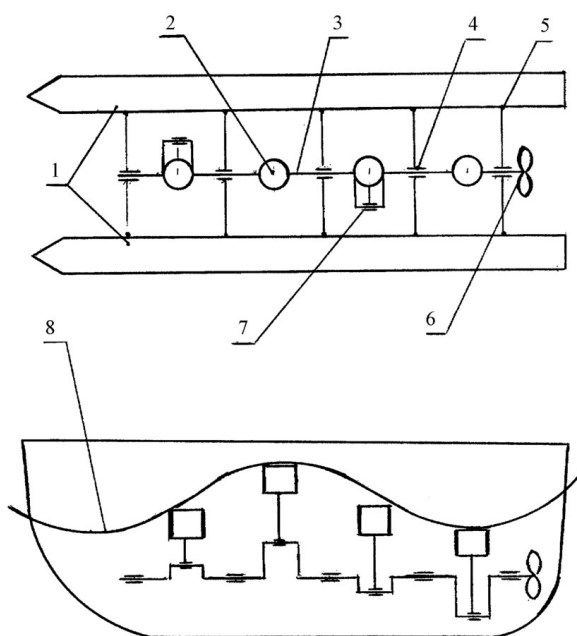


Рис. 5.9

Состоит из поплавков 2, имеющих положительную плавучесть и совершающих вертикальные колебания при прохождении волны между корпусами катамарана. Поплавки, связанные через кривошипно-шатунный механизм 7 с коленчатым валом 3, лежащим на опорных подшипниках 4,

жестко связанных с помощью кронштейнов 5 с корпусами катамарана. На кормовую часть коленчатого вала насажен гребной винт 6.

Устройство работает следующим образом. При прохождении волны 8 (см. чертеж) между корпусами катамарана 1 поплавки 2, обладающая положительной плавучестью, приходят в движение. Движение поплавков происходит в вертикальной плоскости. При этом в районе вершины волны поплавок достигает верхнего своего положения, а в районе подошвы волны - нижнего. Между вершиной и подошвой волны поплавок занимает промежуточное положение. Таким образом, совершая колебания в вертикальной плоскости на волнении, поплавок, связанные с кривошипно-шатунным механизмом 7, вращают коленчатый вал 3, лежащий на опорных подшипниках 4, жестко соединенных с помощью кронштейнов 5 с корпусами катамарана 1. Коленчатый вал 3 передает вращение гребному винту 6, насаженному на его кормовую часть.

Энергия волн через поплавок, кривошипно-шатунный механизм и коленчатый вал передается гребному винту. В данном изобретении упрощается конструкция волнодвигателя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе дан анализ изобретениям относящимся к использованию ЭМВ.

Исходя из выше изложенного, приведем основные результаты работы:

В рассмотренных выше конструкциях ВД с колебательным движением рабочего органа в виде пластин, крыльев или крыльевых систем использующих ЭМВ, последние осуществляют угловые колебания в вертикально - горизонтальных плоскостях, зависящих от конструкций ВД его заглубления и характера качки судна. К главным недостаткам некоторых предложенных двигателей следует отнести как некоторую сложность конструкций в исполнении, так и по параметрам материалов (например по модулю упругости и т.п.).

Известно что сама морская волна имеет профиль трохoidalного типа, и с заглублением ВД на глубине, равной половине длины волны, скорость орбитального движения воды в 23 раза меньше, чем у поверхности, а на глубине, равной длине волны, эта скорость практически равна нулю. Поэтому на судах, которые в значительной степени подвержены килевой качке, более целесообразно было бы использовать непосредственно кинетическую энергию орбитального движения воды, а энергию качки судна, т.е. колебательного движения корпуса судна относительно уровня моря. А большим судам (танкерам, контейнеровозам



и т.п.) не подверженных килевой качке целесообразно использовать непосредственно кинетическую энергию орбитального движения воды. Отсюда и разнообразный подход к конструкциям ВД.

В конструкциях же силовых установок с системами корпуса судна энергия бортовой и килевой качки преобразовывалась различными способами в энергию двигателя, приводящую во вращение, например, гребной винт и т.п.

Преимущества с системами корпуса судна в том, что они относительно просты по конструкции, в них можно применять хорошо известные в технике агрегаты гидро, пневмо и электроприводы. Существенным их недостатком являются большие массы и габариты (например, маятниковых систем), низкий КПД $\varphi$ , что объясняется многократным преобразованием энергии в различные виды.

В определенных условиях, при значительной волне, более экономичными могут оказаться ВД, содержащие поплавковые системы, в которых поплавок приводится в вертикальное движение отслеживая профиль волны.

Волнодвижители поплавкового типа неэкономичны при слабом волнении, но могут успешно использоваться при значительном волнении с весьма большим КПД $\varphi$ . Следует отметить, что ВД поплавкового типа могут успешно использоваться при малых скоростях движения плавсредств, например, для удержания в заданной точке плавучих платформ, обеспечивая это без затрат топлива. Использование таких движителей на скоростных судах маловероятно, так как с повышением скорости резко возрастает гидродинамическое сопротивление поплавков.

В Институте гидромеханики НАН Украины ведутся исследования по возможности использования ЭМВ в движительных установках судов, с целью энергосбережения и повышения ходкости судов.

Известно, что одним из способов уменьшения качки судна является использование установленных в его подводной части крыльевых поверхностей, стационарных или выдвижных рулей, килей и т. п. [1-5,7].

В то же время известные результаты исследований показывают [6,8], что крыльевые поверхности судна (подводные крылья), могут при волнении создавать и дополнительную тягу - работать как волновые движители, т.е. движители, использующие энергию качки судна. Установка подводных крыльевых устройств позволяет получать дополнительную тягу при движении судна, увеличивать его скорость или уменьшать расход топлива.

Значительная часть публикаций и сообщений об исследовании волновых движителей, т.е. движителей использующих энергию морских волн для получения тяги (упора), либо базируются на данных теоретических расчетов и модельных испытаний, либо носят рекламный характер и не содержат достаточных сведений об эффективности в области

применения подобных устройств.

Исходя из вышеизложенного можно констатировать, что рассматривая известные движительные системы, необходимо приблизиться к пониманию происходящих физических процессов, создавая основы для рационального использования ЭМВ для решения технических проблем.

Наиболее перспективными являются, по мнению автора, волновые движители крыльевого типа.

Для проверки различных предлагаемых теоретических моделей гидродинамики колеблющегося крыла (рабочего органа волнового движителя) необходимы надежные экспериментальные данные, которых как показал обзор - не системны и требуют экспериментальных исследований, которые сейчас в достаточном количестве не имеются. Задача о расчете гидродинамических характеристик гибкого колеблющегося крыла вообще не решена и экспериментальные данные незначительны [132-136].

#### ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Росс Д. Энергия волн. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - 111с.
2. Шмырев А.Н., Мореншильд В.А., Ильина С.Г. Успокоители качки судов. - Л.: Судпромгиз, 1961. - 516 с.
3. Павленко Г.Е. Исследование энергии качки на волнении для движения судов //Сб. «Судостроение». - 1936. - №6.
4. Павленко Г.Е. Качка судов. - Л.: Гострансиздат, 1935.
5. Басин А.М. Качка судов. - М.: Транспорт, 1969.
6. Патент 115212 В.Т.Коврыжных и Н.Н.Руднев / Успокоитель качки судов в виде выдвигного горизонтального самоповорачивающегося руля. // Дата публикации: 01.01.1958
7. Шмырев А.Н. и др. Успокоители качки судов - Л.: Судостроение, 1972.
8. Сенькин Ю.Ф. Движет судно энергия волн // ж. "Катера и яхты". - 1987. - N 2.
9. Jkobsen E. Jhe foil propeller.Wave power for propulsion. 2nd, Int, Symp& of Wave and Tipial Energu B.H.RA Fluid Engineering. 1981.
10. Issihiki H. "A Theory of Wave Pevourind Propulsion" (I-IYreport). I. of the Sociaty of Naval A rehtects of Ipan. - 1982. - 1984.
11. Патент США 3453981 МКИ В63Н 19/02 / Опирающееся на воду судно // Публ. 8.07.1969г.
12. А.С. 47562, МКИ В63Н 19/02 /Г.Е.Павленко // Публ.30.06.1936.
13. Патент 946396 СССР, МКИ В63Н 19/02 Волновой движитель для судов / Э. Якобсен // Открытия. Изобретения. - 1982. - N27.
14. Патент ФРГ 3013136 МКИ В63Н 19/02 / Двигатель, использующий волнение моря, для привода судов /Э.Якобсен//

Изобретения за рубежом. - 1981. - N3. с.19.

15.Патент США 4332571 МКИ В63Н 19/02 /Волновой движитель/ Э.Якобсен// Изобретения за рубежом. - 1983. - N3. - с.34.

16.Патент США 4371347 МКИ В63Н 19/02 / Волновой движитель для привода судов /Э.Якобсен// Изобретения за рубежом. - 1983. - N11.

17.Патент Великобритании N 2045708 МКИ В63Н 19/02/ Волновой привод для движения судов // Э.Якобсен. - 1980.

18.Патент Франции 2453075 МКИ В63Н 19/02 /Судовой волновой движитель / Э.Якобсен// Изобретения за рубежом. - 1980. - N4. - с.32.

19.Патент Великобритании 2009069 МКИ В63Н 19/02 / Использующий энергию волн двигатель /Э.Якобсен// Изобретения за рубежом.-1980-N1.-С.30.

20.Патент Франции 2408517 МКИ В63Н 19/02 / Судовой движитель использующий энергию волн/ Э.Якобсен // Изобретения за рубежом. - 1979. - N11.

21.А.С. 592671 СССР, МКИ В63Н 19/02 / Судовой волновой движитель /Ю.Ф.Сенькин// Открытия. Изобретения. - 1978. - N6.

22.А.С. 1131770 СССР, МКИ В63Н 19/02 / Судовой волновой движитель /Ю.Ф.Сенькин// Открытия. Изобретения. - 1984. – N48.

23.А.С. 1093621 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Судовой волновой движитель/Ю.Ф.Сенькин// Открытия. Изобретения. - 1984. - N 19.

24.А.С. 1504161 СССР, МКИ В 63 Н 19/02 / Судовой движитель судна/Ю.Ф.Сенькин// Открытия. Изобретения. - 1989. - N32.

25. А.С. 1726310 СССР, МКИ В63Н 19/02 / Судовой волновой движитель/ Ю.Ф.Сенькин // Открытия. Изобретения. - 1992. - N14. с.78.

26.А.С.1729912, МКИ В63Н 19/02/Волновой движитель судна/Ю.Ф.Сенькин, А.В.Правдин, А.Ю.Сенькин//Открытия. Изобретения. - 1992. - N17.

27.А.С. 1749121 СССР, МКИ В63Н 19/02/Волновой движитель судна /В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин // Открытия. Изобретения. - 1992. - N27

28.А.С. 1759726 СССР, МКИ В63Н 19/02 / Судовой волновой движитель /В.Ю.Сенькин, Ю.Ф.Сенькин // Открытия. Изобретения. - 1992. - N33. - с.69.

29..А.С.1768446, МКИ В63Н 19/02/Судовой волновой движитель/ В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин//Открытия. Изобретения. - 1992. - N 38

30.А.С. 1768448 СССР МКИ В63Н 19/02 /Судовой волновой движитель В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин // Открытия. Изобретения. - 1992. - N38.с.59.

31.А.С.1794801 РФ, МКИ В63Н 19/02/ / Судовой волновой движитель/ Ю.Ф.Сенькин и др . // Открытия. Изобретения. - 1993. N6. - с.75.

32.Патент Германии 2740939 МКИ В63Н 19/02 / Волновой движитель/ Р.Вернер// Изобретения за рубежом. - 1979.

33. Патент Германии 3303535 МКИ В63Н 19/02, 1/36 / Гидродинамический судовой движитель/И.Мензель//Изобретения за рубежом. - 1985. - N2. - с.24.
34. Патент Германии 3916902 МКИ В63Н 19/02 /Устройство для передачи силы морских волн на судно / Х.Ердоган // Изобретения стран мира. - 1991. - N 11. - с.13.
35. Патент США 3453981 МКИ В63Н 19/02 / Опирающееся на воду судно/ Д.Гаус// Публ. - 1969.
36. Патент США 2364535 МКИ В 63Н 19/02/Морской волновой движитель/ Г.Каполкин // Публ. - 1944.
37. Патент Японии 2 - 19037 МКИ В63Н 19/02 / Движитель использующий энергию волн/ Т.Ютака// Изобретение стран мира. - 1991. - N3. - с.44.
38. Патент Японии 60 - 55352 МКИ В63Н 19/02 /Устройство для создания тягового усилия // Изобретения за рубежом. - 1986. -N7. - с.46.
39. Патент РСТ 80/01674 МКИ В63Н 19/02 /Устройство для использования волновой энергии озер и морей /Э.Хартман // Публ. - 1980.
40. Патент РСТ 87/04401 МКИ В63Н 19/02 /Прибор для использования морского волнения / Д. Кук // Изобретения стран мира. - 1988. - N 5 . - с.8.
41. Патент ЕПВ 0252733 МКИ В63Н 19/02 /Движительная система для судна опирающегося на воду / А.Мамот // Публ. 13.01.88.
42. А.С.1726310 СССР, МКИ В63Н 19/02/Судовой волновой движитель/Ю.Ф.Сенькин, Ю.Л.Якимов и др.//Открытия. Изобретения. - 1992. N. -14.
43. А.С.982969 СССР, МКИ В63Н 19/02/Волновой движитель судна. 1968
44. А.С.1759726, МКИ В63Н 19/02/Судовой волновой движитель/ В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин//Открытия.Изобретения. - 1992. - N 33.
45. А.С.1770215 СССР, МКИ В63Н 19/02/Волновой движитель плавсредства/В.И.Балакишев, В.С.Титов, В.И.Самохвалов//Открытия. - Изобретения. - 1992. - N39.
46. А.С.1729912, МКИ В63Н19/02/ Волновой движитель судна /Ю.Ф.Сенькин, А.В.Правдин, А.Ю.Сенькин//Открытия.Изобретения. - 1992.
47. А.С.1794801, МКИ В63Н 19/02/Судовой волновой движитель/Ю.Л.Якимов, Ю.Ф.Сенькин, А.Ю.Сенькин, А.Ю.Якимов //Открытия.Изобретения. - 1993. - N6.
48. А.С.1796547 МКИ В63Н 19/02/Судно/Н.К.Бородай, С.В.Куликов и др.//Открытия. Изобретения. - 1993. - N7.
49. Патент РФ 2009961 МКИ В63Н 19/02/ Способ управления судном. Сенькин Ю.Ф. // Опубликовано: 30.03.1994.
50. Патент РФ 2009962, МКИ В63Н 19/02/ Судовое рулевое устройство Ю.Ф.Сенькина. Опубликовано: 30.03.1994
51. Патент РФ 2021947 МКИ В63Н 19/02/ Волноход. Васильев В.Ю.,

Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 30.10.1994

52.Патент РФ 2021948 Волноход. Васильев В.Ю., Савицкий А.И. Опубликовано 30.10.1994.

53.Патент РФ 2031045 МКИ В63Н 19/02/ Яхта. Опубликовано: 20.03.1995 Сенькин Ю.Ф., Савицкий А.И., Николаев М.Н.

54.Патент РФ 2035355 МКИ В63Н 19/02/ Волновой движитель судна. Васильев В.Ю., Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 20.05.1995

55.Патент РФ 2035356 МКИ В63Н 19/02/ Судовой волновой движитель. Васильев В.Ю., Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 20.05.1995

56.Патент РФ 2041129 МКИ В63Н 19/02/ Плавниковый движитель. Кузнецов С.А. // Опубликовано: 09.08.1995

57.Патент РФ 2048384 МКИ В63Н 19/02/ Способ управления гребным винтом ругулируемого шага. Сенькин Юрий Федорович Опубликовано: 20.11.1995

58.Патент РФ 2048387 МКИ В63Н 19/02/ Гидроаэродинамическое судно "Ветроволноход". Сенькин Ю. Ф. Опубликовано: 20.11.1995

59.Патент РФ 2051070 МКИ В63Н 19/02/ Способ получения и регулирования тяги судна. Сенькин Ю.Ф. // Опубликовано: 27.12.1995

60.Патент РФ 2065824 МКИ В63Н 19/02/ Система управления волновым движителем. Сенькин Ю.Ф., Васильев В.Ю., Савицкий А.И. Опубликовано: 27.08.1996

61. Патент РФ 2070527 МКИ В63Н 19/02/ Судовой волновой движитель. Сенькин Ю.Ф., Халиуллин Ю.М., Васильев В.Ю., Мартынов Н.П. Опубликовано: 20.12.1996

62.Патент РФ 2081030 МКИ В63Н 19/02/ Платформа – волноход. Сенькин Ю.Ф., Якимов Ю.Л., Якимов А.Ю. Опубликовано: 10.06.1997

63.Патент РФ 2087377 МКИ В63Н 19/02/ Устройство управления судовым волновым движителем. Сенькин Юрий Федорович Опубликовано: 20.08.1997

64.Патент РФ 2093412 МКИ В63Н 19/02/ Волнодвижительная установка судна. Сенькин Ю.Ф., Васильев В.Ю., Савицкий А.И. Опубликовано: 20.10.1997

65.Патент РФ 2110439 МКИ В63Н 19/02/ Кольцевой статистический ветро – и волнодвижитель и устройство вертолета, водолета и водохода. Глазунов Игорь Михайлович Опубликовано: 10.05.1998

66.Патент РФ 2137677 МКИ В63Н 19/02/ Волнодвижительная установка судна. Якимов Ю.Л., Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 20.09.1999

67.Патент РФ 2142387 МКИ В63Н 19/02/ Волновой движитель. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 10.12.1999

68. Патент РФ 2143376 МКИ В63Н 19/02/ Волновой движитель судна. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 27.12.1999

69.Патент РФ 2143377 МКИ В63Н 19/02/ Волновой двигатель - движитель. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 27.12.1999

70. Патент РФ 2147543 МКИ В63Н 19/02/ Волновой движитель. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 20.04.2000
71. Патент РФ 2154002 Движитель, использующий энергию волн. Архипов В.А. Опубликовано: 10.08.2000
72. Патент РФ 2183176 МКИ В63Н 19/02/ Волновой движитель судна. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 10.06.2002
73. Патент РФ 2183177 МКИ В63Н 19/02/ Волнодвижительная машина. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 10.06.2002
74. Патент РФ 2183178 МКИ В63Н 19/02/ Автоматическое устройство управления волновым движителем. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 10.06.2002
75. Патент РФ 2196071 МКИ В63Н 19/02/ Волнодвижительная машина. Сенькин Ю.Ф. Опубликовано: 10.01.2003
76. Патент РФ 2238873 МКИ В63Н 19/02/ Нос судна. Турышев Б.И., Войцех О.Г., Соловьев А.П. Опубликовано: 27.10.2004
77. Патент РФ 2297361 МКИ В63Н 19/02/ Устройства для увеличения тяги судна. Чикаренко Валерий Георгиевич и др. Опубликовано: 20.04.2007
78. Патент РФ 2356783 МКИ В63Н 19/02/ Секционное упругосгибаемое судно, его качеприводный движитель и способ доставки грузов морем с использованием энергии волн. Горшков В. В. Опубликовано: 27.05.2009
79. Патент РФ 2365520 МКИ В63Н 19/02/ Судно, питаемое и движимое энергией качки своего корпуса. Горшков Владислав Васильевич Опубликовано: 27.08.2009
80. Патент РФ 2392177 МКИ В63Н 19/02/ Качеход и качеходный проводной движитель. Горшков Владислав Васильевич Опубликовано: 20.06.2010
81. Патент РФ 2068372 МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / В.П. Каян, Л. Ф. Козлов // Бюллет. Патенты. Изобретения. - №30. 1996г.
82. А.С. 796074 СССР, МКИ В63Н, 1/36 / Плавниковый движитель для лодок / В.Ф.Тарасенко, В.В.Бабенко, В.В.Гапоненко.
83. Патент РФ 2033938 МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / Полищук С.В., В.В.Бабенко, 30.04.1995.
84. Патент РФ 2013305 МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / Полищук С.В., В.В.Бабенко, 30.04.1995
85. А. С. 1735116 СССР, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / В. П. Каян // Там же. - 1992. - N 19. - С. 56. 60.
86. А. С, 1705183 СССР, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / С. А. Довгий, В. П.Каян, О. В. Копейка // Изобретения. - 1992. - N 2. - С. 68.
87. Патент України №81736 Плавцевий рушій /Глушко В.М.,Каян В.П. // 10.07.2013.- Бюл.№13.

88. А. С. 484129 СССР, МКИ В63Н. Машущий плавниковый движитель / В. В. Бабенко, В. П. Каян, Л. Ф. Козлов // Открытия. Изобретения. - 1975. - N 34. - С. 40.
89. А. С. 529104 СССР, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / В. В. Бабенко // Там же. - 1976. - N 35. - С. 48
90. А. С. 1516424 СССР, МКИ В63Н /
91. А. С. 843397 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / Л. Ф. Козлов, С. В. Полищук, В. Е. Пятецкий, В. М. Шакало // Не опубликовано.
92. А. С. 978504 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / И. А. Бутко, Ю. Ф. Бутко, Л. Ф. Козлов // Не опубликовано.
93. А. С. 977272 СССР, МКИ В63Н. 1/36 / Плавниковый движитель / А. А. Афонин, В. Ф. Козлов, В. П. Каян - №.-.1982 г.
94. А. С. 1092887 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Движитель аппарата // С. В. Полищук // Не опубликовано.
95. А. С. 1202196 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель изменяемой кривизны / Л. Ф. Козлов, И. А. Бутко // Не опубликовано.
96. А. С. 1297377 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / В. В. Бабенко, В. В. Остистый, Л. Ф. Козлов, С. Д. Холявчук // Не опубликовано.
97. А. С. 1544638 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Судовой плавниковый движитель / С. В. Полищук // Открытия. Изобретения. - 1990. - N7.-с.97.
98. А. С. 1516424 СССР, МКИ В63Н / Способ регулирования тяги судового машущего движителя / А. А. Афонин, А. М. Бурденко, В. Н. Глушко и др. // Открытия. Изобретения. — 1989. — № 39. — С. 25.
99. А. С. 1615056 СССР, МКИ В63Н / Способ регулирования тяги машущего движителя // В. Н. Глушко, В. П. Каян, и др. // Открытия. Изобретения. — 1990. — № 47. — С. 28.
100. А. С. 1671515 СССР, МКИ В63Н 1/36 / Плавниковый движитель / В. И. Коробов, В. В. Бабенко, В. Г. Белинский // Открытия. Изобретения. - 1991. - N31.-с.53.
101. А. С. 1689211 СССР, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / С. В. Полищук // Там же. - 1991. - N 41. - С. 64.
102. А. С. 1754578 СССР, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / С. В. Полищук, В. В. Бабенко // - 1992. - N 30. - С. 62.
103. Патент 2025405 России, МКИ В63Н. Плавниковый движитель / С. А. Довгий, электромагнитным приводом В. П. Каян, А. Г. Лебедь, И. К. Лифанов, А. И. Цыганюк // Патенты. Изобретения. - 1994. - N 24. - С. 36.
104. Патент України № 1615056 Спосіб оптимізації роботи судового плавцевого рушія. / Глушко В. М., Каян В. П., Козлов Л. Ф. // Открытия. Изобретения 1990. - Бюл. №7.
105. Патент України №39457 Плавцевий рушій / Глушко В. М., Каян

В.П. // 25.02.2009.- Бюл.№4.

106.Патент України №39458 Плавцевий рушій з електромагнітним приводом / Афонін О.Г.М.,Каян В.П., та ін. // 25.02.2009.- Бюл.№4.

107.Патент України № 14811 Спосіб оптимізації роботи судового плавцевого рушія. /Глушко В.М.,Каян В.П., Козлов Л.Ф.,та ін. // Открытия. Изобретения 30.06.97.- Бюл.№3.

108.Патент України № 14940 Спосіб оптимізації роботи судового плавцевого рушія. /Глушко В.М.,Каян В.П., та ін. // Открытия. Изобретения 30.06.97.- Бюл.№3.

109.А.С.1652188 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Корпус судна /В.В.Филимонов //Открытия. Изобретения. - 1991.- N20.

110.А.С.1204482 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Судовой волновой движитель/ А.Г.Дворянинов// Открытия. Изобретения. - 1986. - N2

111.А.С.1652187 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Силовая установка волнохода /Б.А.Савельев - Васильев //Открытия. Изобретения. - 1991.- N20.

112.А.С.1749121 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Волновой движитель судна/В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин // Открытия. Изобретения. - 1992. - N27.

113.А.С.1759726, МКИ В63Н 19/02/ Судовой волновой движитель/ В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин//Открытия. Изобретения. - 1992. - N 33.

114.А.С.1768446, МКИ В63Н 19/02/ Судовой волновой движитель/ В.Ю.Васильев, Ю.Ф.Сенькин//Открытия. Изобретения. - 1992. - N 38.

115.Патент РФ 2097250 МКИ В63Н 19/02/. Полупогруженное судно. Никитин Андрей Андреевич Опубликовано: 27.11.1997. Никитин А.А. Опубликовано: 27.11.1997.

116.Патент РФ 2149121 МКИ В63Н 19/02/. Плоскодонное реактивное судно. Никитин Андрей Андреевич Опубликовано: 27.11.1997. Никитин А.А. Опубликовано: 20.05.2000

117.Патент РФ 2184047 МКИ В63Н 19/02/ Устройство для уменьшения скорости дрейфа судна. Чикаренко В.Г. Опубликовано: 27.06.2002

118.Патент РФ 2322609 МКИ В63Н 19/02/ вспомогательное гидрореактивное устройство. Дындор Валентин Михайлович Опубликовано: 20.04.2008

119.Патент РФ 2415772 МКИ В63Н 19/02/ Устройство для преобразования энергии морских течений в силу, движущее судно. Петрашкевич и др. Опубликовано: 10.04.2011

120.А.С. 943095 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Буксир волнохода Тарасова/А.А.Тарасов// Открытия. Изобретения.-1982.- N26.

121.А.С. 962097 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Волноход Тарасова//А.А.Тарасов// Открытия. Изобретения. - 1982. - N 36.

122.А.С. 1105389 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Силовая установка волнохода "Антар-7 / А.А.Тарасов // Открытия. Изобретения. - 1984.N 28.



- 123.А.С. 1131769 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Силовая установка волнохода "Антар - 5 " / А.А.Тарасов//Открытия. Изобретения.-1984. - N 48.
- 124.А.С. 1087420 СССР, МКИ В63Н 19/02 / Волновая силовая установка "Антар -6"/А.А.Тарасов// Открытия. Изобретения. - 1985. - N 45.
- 125.Патент РСТ, МКИ В63Н 19/02 / Судно приводимое в движение посредством морских волн/Г.Гаргос // Публ. 22.05.1986.
- 126.А.С. 1244017 СССР, МКИ В63Н 19/02 /Волновой движитель плавсредства/ А.В.Савченко, В.А.Осадчук // Открытия. Изобретения.1986. - N26.
127. Патент РФ 2082647 МКИ В63Н 19/02/ Викторук Василий Андреевич Плавучее транспортное средство - ротор - волноход. Опубликовано: 27.06.1997
128. Патент РФ 2089433 МКИ В63Н 19/02/ Волноход. Федчишин Виталий Григорьевич, Федчишин Алексей Витальевич. Опубликовано: 10.09.1997
- 129.Патент РФ 2281880 МКИ В63Н 19/02/ Парусное судно. Чепилко Степан Сергеевич Опубликовано: 20.08.2006
130. Патент РФ 2286917 МКИ В63Н 19/02/ Судовой движительный комплекс. Чепилко Степан Сергеевич. Опубликовано: 10.11.2006
131. Патент РФ 2347714 МКИ В63Н 19/02/ Судовой волнодвигатель. Архангельский Евгений Анатольевич и др. Опубликовано: 27.02.2009
132. Довгий С.А., Каян В.П. К методике определения тяги, создаваемой колеблющимся крылом // - Бионика, 1981 вып..15, - с.55 - 59.
133. Алгазин В.А. Теоретическое исследование силы тяги колеблющегося крыла конечного размаха // Бионика. – 1983. - вып. 18. – С. 52 – 57.
134. Каян В.П., Козлов Л.Ф., Глушко В.Н. О гидродинамическом КПД машущего движителя // Нелинейные задачи гидроаэромеханики и теории упругости: Днепропетровск. ДГУ, 1990. - С. 31 - 40.
135. V.P. Kayan, V.N. Glushko. Research of Hydrodynamics of a Fin Propulsor // In book : “First International Industrial Conference - : «Bionic 2004» - Hanover, Germany : - 2004. – pp 179 - 184.
- 136.Глушко В.Н. Исследование влияния параметров морского волнения на величину тяги, создаваемой волновым движителем в виде колеблющегося крыла с упругой заделкой /Прикладна гидромеханіка. – 2009.т.11,вип. 4 – С. 47 - 53.