

УДК 531.7., 532.517/045

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
ДВИЖЕНИЯ СУДОВ.

В.Н. ГЛУШКО, В.Н. ГРЕБЕННИКОВ, А.И. БЕЛЯВЦЕВ А. М. АРТЕМЬЕВ.

ИНСТИТУТ ГИДРОМЕХАНИКИ НАНУ, НАУ.

Киев 2021

АННОТАЦИЯ

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

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 будет предложен наиболее полный обзор волновых движителей, проведен анализ конструкций волновых движителей с различными системами приводов, в перспективе планируется предложить наиболее выгодную схему волнового движителя для получения оптимальных значений тяги и КПД движителя для движения судна, а также наиболее выгодная схема волнового (плавникового) движителя с рабочим органом в виде КК.

Содержание

Введение..... стр.3

Глава 1..Постановка задачи использования ЭМВ для движения судов.....стр.3

Глава 2..Предистория предложенных схем и конструкций судовых волновых движителей использующих энергию морского волнения.....стр.5

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 энергетики свидетельствует о ее способности стать одним из фрагментов сложной картины энергетики будущего.

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

Главы 1-2 содержат постановку задачи, предисторию, обзор и некоторый анализ конструкций судовых волновых движителей, использующих энергию морского волнения.

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 избавить судно от воздействия этой энергии, прибегают к средствам (успокоителям качки) [2,3,8], 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 [4] предложен приблизительный расчет количественной оценки части ЭМВ, которую может использовать 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 экономию 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 [4,5]. 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. Предистория предложенных схем и конструкций судовых волновых движителей использующих энергию морского волнения.

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

Известна попытка Г.Линдона использовать ЭМВ в конце 19 столетия [9,11]. 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.

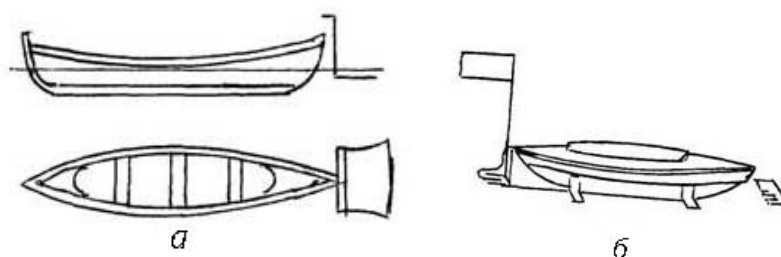


Рис. 2.1

В 1902 г. доктор медицины лейтенант флота России А.С.Боткин [9] 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 [12]. Движитель 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.2.2поз.б) и вертикальных колебаний воды (рис.2.2 поз. в) плавники совершают колебательные движения, создавая тягу, которая движет лодку вперед.

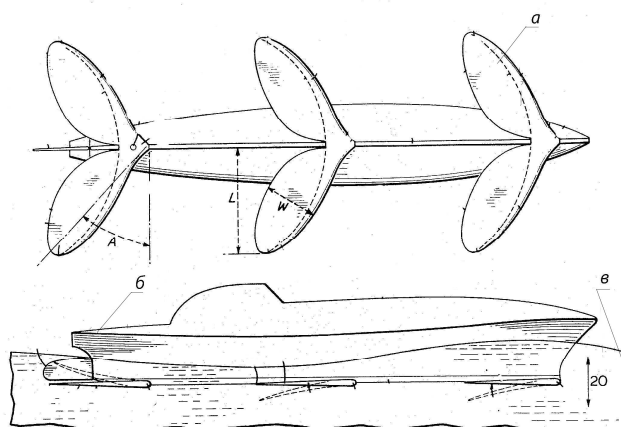


Рис.2.2

Пассивные плавники для уменьшения качки (с использованием тяги для движения) судов были предложены в 1936 г. Г.Е.Павленко [4,13]. Принцип действия такого плавника показан на рис.2.3.

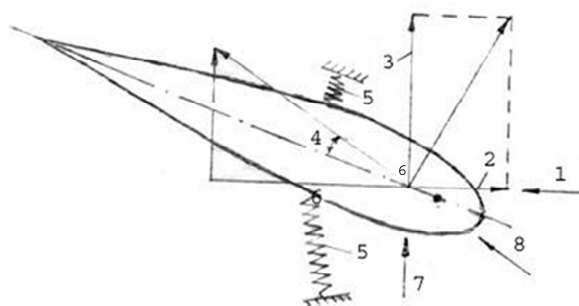


Рис.2.3

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.

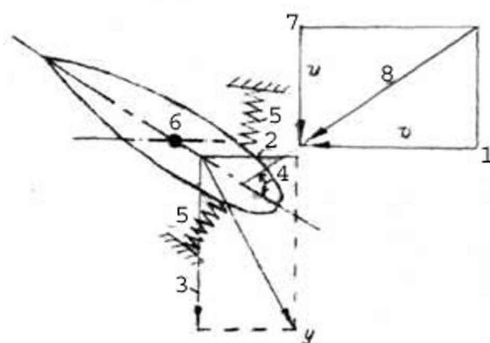


Рис.2.4

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 [7] (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 подшипник с сальником 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 изменения угловой скорости судна, возвращение руля в среднее положение производится с помощью пружин 3 или при помощи пневматики.

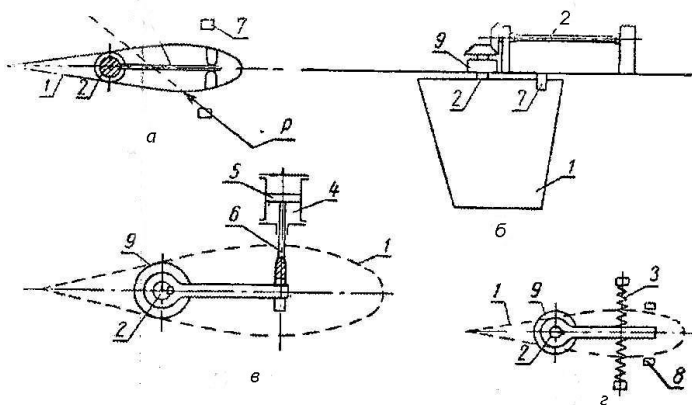


Рис.2.5

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 [10]. 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.

Следующим этапом будет анализ доступных мировых изобретений по авторским свидетельствам и патентам, в том числе СССР, РФ, патентам Великобритании, США, Франции, Германии, ЕПВ, РСТ и Японии, описывающих устройства как самого волнового движителя (ВД) и его отдельных частей, так и разнообразных конструкций, использующих ЭМВ.

Обзор будет начинаться 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.

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Росс Д. Энергия волн. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - 111с.
2. В. Т. Гринченко, И. В. Волк, В. Т. Маципура Основы акустики, - Киев, Наукова думка, 2007, 640 с.
3. Шмырев А.Н., Мореншильд В.А., Ильина С.Г. Успокоители качки судов. - Л.: Судпромгиз, 1961. - 516 с.
4. Павленко Г.Е. Исследование энергии качки на волнении для движения судов //Сб. «Судостроение». - 1936. - №6.
5. Павленко Г.Е. Качка судов. - Л.: Гострансиздат, 1935.
6. Басин А.М. Качка судов. - М.: Транспорт, 1969.
7. Патент 115212 В.Т.Коврыжных и Н.Н.Руднев / Успокоитель качки судов в виде выдвигного горизонтального самоповорачивающегося руля. // Дата публикации: 01.01.1958
8. Шмырев А.Н. и др. Успокоители качки судов - Л.: Судостроение,1972.
9. Сенькин Ю.Ф. Движет судно энергия волн // ж. "Катера и яхты". - 1987. - N 2.
10. Jkobsen E. Jhe foil propeller.Wave power for propulsion. 2nd, Int, Symp& of Wave and Tipial Energu B.H.RA Fluid Engineering. 1981.
11. Issihiki H. "A Theory of Wave Pevourind Propulsion" (I-IYreport). I. of the Sociaty of Naval A rehtects of Ipan. - 1982. - 1984.
12. Патент США 3453981 МКИ В63Н 19/02 / Опирающееся на воду судно // Публ. 8.07.1969г.
13. А.С. 47562, МКИ В63Н 19/02 /Г.Е.Павленко // Публ.30.06.1936.