

Кажинский Бернард Барнардович

**Ветросиловые башни
Флеттнера**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Б51

Б51 **Бернард Барнарович К.**
Ветросиловые башни Флеттнера / Кажинский Бернард Барнарович – М.:
Книга по Требованию, 2022. – 82 с.

ISBN 978-5-519-87553-0

ISBN 978-5-519-87553-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

эffiциент полезного действия до 30—40%, так что работоспособность ветросиловых установок значительно возрастет».

Изобретение Антона Флеттнера, повидимому, как раз и представляет такой крупный шаг вперед. В настоящее время самая серьезная техническая пресса Германии занята разбором предложений этого остроумного инженера-конструктора. Организовано специальное общество по эксплуатации изобретений Флеттнера, причем дело идет не только об использовании ветра для водного транспорта, но и — что гораздо важнее — для устройства на том же принципе крупных ветросиловых электрических станций. На этот раз намечаются установки мощностью около 1000 сил, т. е. дело идет уже отнюдь не о тех величинах, которые наблюдаются в современной практике.

Крайне неточная статистика отмечает, что элементарные ветряные мельницы громадных равнин Союза ССР своей общей мощностью превосходят 1 милл. лош. сил. Эта цифра, конечно, совершенно мизерна по сравнению с гигантской силой ветров, разгуливающих на этом просторе. Нечего и говорить, какой специфический интерес имеют наши успехи в этой энергетической области для разрешения колоссальной проблемы индустриализации нашего сельского хозяйства.

Книжка тов. Кажинского подводит нас вплотную к ориентировке в этих важных хозяйственных проблемах. Нам остается только пожелать ей всечасного успеха.

Г. КРЖИЖАНОВСКИЙ.

Москва, 23/1—25 г.

«Не существует ни одного великого исторического бедствия, которое не уравнивалось бы каким-либо историческим прогрессом».

Фр. Энгельс.

1. Достижение Флеттнера — как новость.



Антон Флеттнер.

Подобно тому, как несколько тысячелетий назад первый незамысловатый парус, сделанный догадливым человеком на его лодочке, положил начало использованию силы ветра в мореплавании, или как первый ветряк с грубо сколоченными крыльями послужил толчком для применения ветровой энергии на суше, так и теперь мы, повидимому, являемся современниками нового и весьма важного переворота в деле ветропользования, способного, быть может, создать новую эпоху во всей силовой технике мира вообще.

С очень недавнего времени стали появляться в различных журналах и газетах сведения об осуществленном и испытанном недавно в Германии новом способе движения судов, при помощи особых вращающихся ветросиловых цилиндрических башен, предложенных германским инженером Антоном Флеттнером — директором Аэродинамического Института в Амстердаме. В высшей степени благоприятные результаты первых пробных плаваний нового ветросилового судна Флеттнера «Букау» (рис. 2), достигнутые в ноябре 1924 г., позволили автору этого сенсационного изобретения провозгласить открытие «синего угля» (по цвету синего воздуха). Основанием такого утверждения для Флеттнера послужила уверенность в том, что им найдены способы и формы наилучшего использования силы ветра. Неполное освещение сути изобретения Флеттнера на страницах нашей текущей литературы и подчас противоречивые сообщения со столбцов ежедневной прессы до сих пор лишали возможности составить правильное понятие о том, на чем основано это, эпоху делающее изобретение Флеттнера.

И лишь теперь, пользуясь позднейшими более подробными и точными сведениями, представляется возможным дать более или менее удовлетворительное описание не только существа изобретения и физических основ его действия, но и коснуться самой истории его, весьма, оказывается поучительной и интересной. Здесь сказывается, между прочим, еще одна интересная подробность — это известная последовательность творческого использо-

вания научных достижений для практических выводов, революционно действующих в столь сильно отсталой, но тем не менее огромнейшей и важнейшей области народного энергетического хозяйства, какую является ветровое хозяйство. Эти достижения теперь возбуждают наилучшие надежды на скорейшее оздоровление и восстановление ветрового хозяйства и у нас в СССР.

Основанное на открытии Магнуса, насчитывающем уже свыше семилетия, изобретение Флеттнера являет собою прекрасный пример последовательности такого умственного творчества.

Но то, что изобретению Флеттнера предшествовало открытие Магнуса, а также, как мы это увидим дальше, и русское изобретение, конечно нисколько не уменьшает величия творческой работы Флеттнера, так как ни один изобретатель до сих пор не витал, что называется в безвоздушном пространстве, а наоборот, все они всегда стояли на плечах какого-нибудь другого изобретения или открытия, зачастую и не подозревая об этом. В данном примере Флеттнер первый сумел сделать в высшей степени полезное применение из явления, которое до сих пор не удавалось приложить к практическому использованию, и в этом отношении заслуги Флеттнера чрезвычайно велики и неизмеримы.

Нам кажется особенно важным отчасти осветить в этой книге смысл и значение новых достижений Флеттнера в приложении к советской энергетике и к народному хозяйству СССР. Попутно, рассматривая вопрос о том, как встретила советская техника изобретение Флеттнера, мы являемся свидетелями необычайно большого интереса к этому со стороны наших техников и общественных деятелей.

И, что особенно ценно, оказывается, мысль русских изобретателей не только работала задолго до Флеттнера над этим, но уже за 40 лет до него, впервые во всем мире, идея вращающихся ветросиловых цилиндров была практически осуществлена в России и именно русским изобретателем д-ром Николаем Петровичем Глобой в опытах с его моделью «воздушных колес». Только условия старого русского быта могли создать такое положение, когда столь большое открытие оставалось под спудом. Но теперь, можно полагать, к этому делу будет привлечено исключительное внимание и средства, достаточные для его осуществления. Вместе с старыми русскими работами, аналогичными работам Флеттнера, хлынули неудержимой струей сообщения о новых работах русских техников и изобретателей вызванные первыми же краткими статьями инж. Ф. Давыдова в газете «Известия ВЦИК», о Флеттнере. Этот поток советских работ в столь новой отрасли свидетельствует о творческих способностях представителей советской техники¹⁾.

Предлагаемый труд преследует задачу собрать в одном издании все то, что до сих пор является известным нам в области, каса-

¹⁾ Ныне эти новые работы и запросы «Известиями ЦИК», в организованном порядке, направляются автору этой книги в секцию Механизации с. х. при Наркомиземе (Москва, Ст. площадь, 5/8—2 этаж ком. 143, инж. Б. Б. Кажинскому), а также в ЦАГИ, где после рассмотрения получают, по возможности, дальнейшее продвижение.

ющейся изобретений Флеттнера. Если этот труд и страдает какими-либо шероховатостями, то это можно объяснить не только новизной всего вопроса в целом, но и крайней, чисто американской быстротой, с которой он был обработан. А так как каждый день приносит

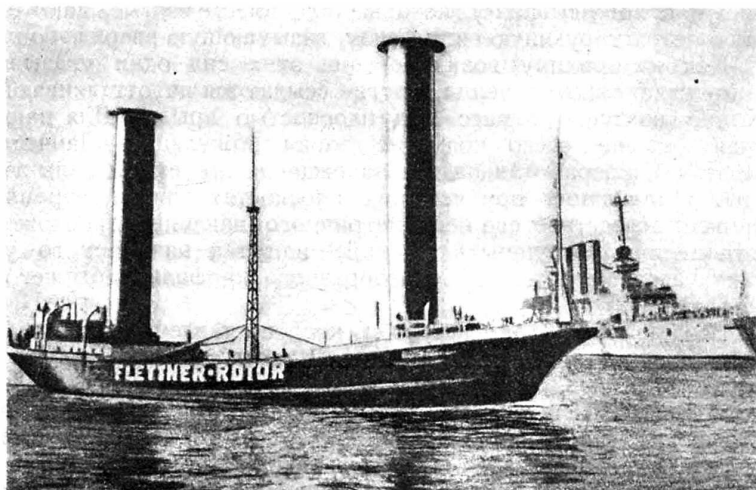


Рис. 2.

новые данные в этом направлении, то можно быть уверенным, что и после издания этой книги соберется много интересного материала, который тогда можно постараться обработать и издать новой книгой, по возможности, безукоризненно.

II. Руль Флеттнера.

В обществе редко кто подробно осведомлен о тех физических процессах, которые разыгрываются в то время, когда какое-нибудь твердое тело погружается в водяную или воздушную струю. А между тем, именно основательному изучению этих процессов обязан Флеттнер своими изобретениями.

Практическая техника до сих пор слишком мало уделяла внимания значению этих процессов. Впервые лишь недавно авиационная техника, в связи с постройкой больших военных летательных аппаратов, серьезно занялась изучением процессов протекания воздушных струй и воздействия их на крыло аэроплана, как на твердое тело. В деле исследования этих процессов большие заслуги принадлежат именно инженеру А. Флеттнеру.

Сравнительно недавно выяснилось (вопреки принятому до того времени мнению), что при под'еме аэроплана главную роль не столько играет давление потоков воздуха на нижнюю (переднюю) плоскость крыла аэроплана, сколько обнаруженное на верхней (задней) плоскости крыла подсасывающее действие того же потока воздуха.

Помощью измерительных приборов (Staudruckmesser) можно, при косо поставленных к ветру несущих плоскостях аэроплана, обнаружить на нижней стороне плоскости крыла—наличие повышения давления (т. наз. избыточное давление), на верхней стороне—наличие понижения давления (т. наз. отрицательное давление или подсосывание), которые оба, вместе взятые, дают одну общую результирующую силу—силу, вздымающую вверх аэроплан.

Как на причину возникновения этих сил одни указывают на циркуляционные течения, другие ссылаются на отталкивающее действие воздушных масс под плоскостью крыла. Для нашего случая больше всего подходит теория циркуляции—Ланчестер-Прандтля¹⁾, разработанная для нахождения под'емной силы аэроплана. Циркуляция при несущих плоскостях крыла аэроплана возникает вследствие его несимметричного (наклонного) положения в отношении воздушных течений, или так называемого угла атаки, а также из за его своеобразного профиля, похожего на крыло птицы.

Воздушный поток, встречая косо поставленное крыло, не столько давит на нижнюю его поверхность, сколько сейчас же уклоняется от нее. Зато позади крыла воздух увлекается со скоростью ветряного потока, образуя у верхней стороны крыла вихри и полезное подсосывание. Но при крыле есть предельный наименьший угол к линии ветра, за пределами какового угла крыло создает слишком вредные завихрения, прекращающие подсосывающие действия воздушных течений. По теории геттингенского профессора Прандтля (которой мы коснемся несколько подробнее дальше), это объясняется тем, что близ поверхности плоскостей крыла образуется тонкий пограничный прослой, мешающий образованию подсосывающего действия, это есть так наз. мертвый или инертный слой воздушных трений.

Благодаря состоявшемуся вскоре после войны развитию парящих полетов, основанных именно на этих явлениях, они сделались более или менее известными и они же легли в основу изобретений Флетгнера.

При постройке за последние годы войны больших летательных аппаратов оказалось, что рулевые плоскости аэропланов, работающие в сильных воздушных течениях, должны быть настолько большими, что управлять ими от руки пилота становилось все более и более непосильным. Силы рук пилота оказались недостаточными, чтобы преодолевать давление воздушных течений на рабочие поверхности большого руля аэроплана.

Затруднение, подобное этому, уже давно имело место также и в мореплавании.

Чем больше пароход, тем больше должны быть плоскости его рулевого шита. Когда сделалось непосильным ручное управление рулем больших пароходов, было применено рулевое управление с помощью силовой передачи. Таким образом появилась специальная машина для руля, которая, например, для боль-

¹⁾ См. журнал: «Engineering» 1924г. от 4/1 и след. №№: «The element of the Lanchester-Prandl theory of aeroplane lift and drag».

ших океанских пароходов выросла в специальную силовую установку мощностью до нескольких сот лошадиных сил.

Конечно, на летательный аппарат нельзя было ставить специальный двигатель для руля. Вот тут-то и проявился гений Флеттнера, показавшего, что достаточно переставить только малую часть общей плоскости руля, чтобы и остальная часть переставилась сама силой течения. Переставлением вспомогательного щитка руля Флеттнера достигается действие подсасывающих усилий потока течений на заднюю поверхность этого щитка, настолько сильное, что оно поворачивает и весь остальной (большой) щит руля в сторону вспомогательного щитка.

Это явление совершенно понятно. Точно также как весь аппарат управляется своим рулем, так и сам руль может управляться вспомогательным щитком.

Заслуга Флеттнера состоит именно в том, что он первый установил легкость понимания этого явления, применив практически свой руль на аэропланах.

После войны Флеттнер перенес свои работы из области воздушных исследований в область изучения явлений, происходящих в водяной струе.

Хотя и здесь явления были однородными, однако, в начале своих работ Флеттнер встретился с общим недоверием и даже с сопротивлением, и понятно почему. Целые тысячелетия рулевой щит судна являлся неприкосновенным. Мореплавание в этом отношении оставалось враждебным ко всяким нововведениям.

Но после первых же пробных опытов руль Флеттнера показал большие технические преимущества и экономические выгоды, и теперь всякое новое судно снабжается таким рулем.

Мы даем здесь нашему читателю полную картину принципов работы и устройства руля Флеттнера для морских судов, заимствуя ее из подробного описания, сделанного в обстоятельной статье М. Яновского ¹⁾.

«С постепенным ростом размеров кораблей и скоростей их хода развитие рассматриваемого здесь вопроса сводилось исключительно к пропорциональному увеличению мощности рулевых машин и к усовершенствованию устройства деталей их и частей рулевых приводов. На линейных кораблях последних типов мощность, необходимая для работы рулевой машины, удовлетворяющей современным требованиям в отношении управляемости судном, стала доходить до нескольких сот лошадиных сил и передавалась помощью солидных приводов баллеру руля, для вращения которого требуется момент свыше 100 тонно-метров.

Существующие в настоящее время формулы для определения момента, необходимого для перекладки руля (Жосселя и др.), также не отличаются большой точностью. Между тем работы последнего времени по исследованию вопроса о сопротивлении жидкостей, при протекании через каналы переменного сечения (Andres'a' Hochschild'a Gibson'a, и др.), и о преобразовании кинетической

¹⁾ М. Яновский: «Руль системы Flettner'a», см. журн. «Морской Сборник» № 5, май 1924, стр. 78. Изд. Р. И. О. Мор. Вед. Ленинград.

энергии их в потенциальную, дали возможность более глубокого проникновения в сущность явлений, происходящих при обтекании потоком воды находящейся в ней наклонной пластинки, для более точного установления картины распределения возникающих при этом по обоим сторонам пластинки давлений.

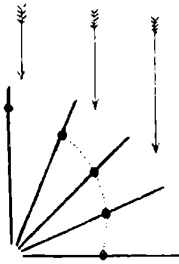


Рис. 3.

Как выяснилось в результате работ Флеттнера, прежняя теория о создании давления на передней поверхности пера руля и основанные на ней расчетные формулы для определения вращающего момента оказались несостоятельными. Действующая на руль сила получается не столько вследствие образования положительного давления на передней поверхности пера его, сколько вследствие образования отрицательного давления на задней поверхности, обусловливаемого протеканием струи воды.

Картина распределения давлений на обеих поверхностях пера руля, как видно, такова, что говоря о давлении на руль, мы должны иметь в виду разницу положительных и отрицательных давлений по обе стороны его (см. рис. 10 на стр. 17).

Точка приложения равнодействующей этих давлений, по мере увеличения угла перекадки руля, перемещается все более и более назад, как это показано на рис. 3 и достигает центра руля при угле перекадки в 90° .

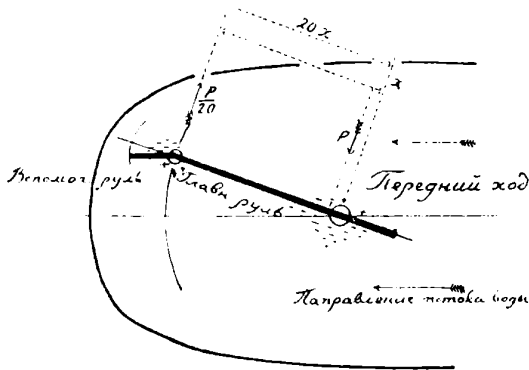


Рис. 4.

Принцип устройства и действия руля Флеттнера состоит в том, чтобы установкой небольшого вспомогательного руля у задней кромки главного руля, создать в этом месте силу, направленную противовоположно равнодействующей давления на главный руль. Вспомогательный руль, имеющий ось вращения у задней кромки главного

руля, приводится в движение от рулевого привода помощью вертикального валика и параллелограмма, установленных соответственно в баллере и в пустотелом пере главного руля. Схематическое действие руля Флеттнера, при работе его на переднем ходу корабля, показано на рис. 4. Здесь знаками плюс и минус отмечены области положительных и отрицательных давлений, создаваемых действием потока воды на руль.

Главный руль, в противоположность обычному до сих пор устройству, не соединен жестко с действующим на руль приводом, передающим вращение здесь только вспомогательному рулю, а может свободно поворачиваться около своей оси. Вспомогательный руль с поверхностью, составляющей $1/13—1/20$ поверхности главного руля, перекадывается рулевым приводом в сторону обратную перекадке главного руля, и таким образом равнодействующая давления воды на первый направлена в сторону, противоположную равнодействующей давления воды на главный руль. Как видно из рис. 4, момент силы, действующей на вспомогательный руль, относительно оси вращения главного руля, не смотря на малое значение $\left(\frac{P}{20}\right)$, получается, благодаря большому

расстоянию от точки приложения ее до оси (20 x), равным и противоположно направленным моменту, относительно той же оси ($P x$) равнодействующей силы, приложенной к главному рулю. Таким образом достигается равновесие руля в любом (приданном ему перекадкой вспомогательного руля) положении, без необходимости затраты со стороны рулевого привода тех значительных усилий, которые требуются в применяемых в настоящее время конструкциях. Потребные для перекадки руля Флеттнера усилия вызываются только преодолением сравнительно незначительного давления на вспомогательный руль.

Это свойство руля Флеттнера, равно как и принцип его действия, можно проще всего объяснить, рассматривая главный руль, как небольшое судно, управляемое вспомогательным рулем. Это небольшое судно послужит в свою очередь обыкновенным рулем по отношению к самому кораблю. Таким образом, теоретически можно было бы добиться затраты еще меньшего усилия на действие руля, если у задней кромки вспомогательного руля поставить другой вспомогательный руль, еще меньших размеров чем первый и т. д., но такое устройство привело бы к практически трудно осуществимой конструкции.

При заднем ходе корабля руль Флеттнера, под действием потока воды, поворачивается на угол в 180° и положение его частей по отношению к кораблю, равно как и картина распределения давлений потока воды на него в этом случае меняется, как показано на рис. 5.

Положение руля по отношению к потоку воды и направление последнего в тот момент, когда корабль изменяет сторону

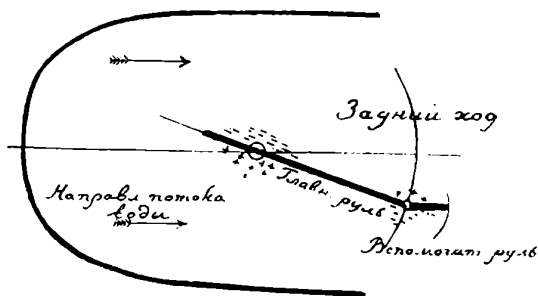


Рис. 5.

поворота, показано на рис. 6. Когда корабль сохраняет еще положение, соответствующее его первоначальному движению, а руль переложен на другой борт, то, при обычной системе устройства, руль составляет угол в 80° — 90° с направлением потока воды. Точка приложения равнодействующей давления получается при этом почти в центре тяжести руля. Момент равнодействующей давления, вследствие большого плеча ее, вызывает сильное напряжение в рулевом приводе.



Рис. 6.

Но положение руля по отношению к потоку воды не может создать большой разницы давлений по обе стороны пера его; кроме того, равнодействующая давления на руль имеет неблагоприятное направление по отношению к диаметральной плоскости корабля.

Условия работы руля Флеттнера при таких обстоятельствах совершенно иные, и он не может занять столь неблагоприятного положения по отношению к потоку воды.

Предположим, что для перемены стороны поворота вспомогательный руль переложен в крайнее положение. Главный руль при этом только постепенно станет принимать должное свое положение по отношению к потоку воды; в начале он будет оставаться в положении, близком к нулевому (рис. 6).

Но это положение, которое на первый взгляд может представиться чрезвычайно неблагоприятным, на самом деле оказывает гораздо большее действие, чем слишком ранняя перекладка обыкновенного руля на борт. Опыты с рулем Флеттнера показали, что перемена стороны поворота корабля происходит с замечательной быстротой.

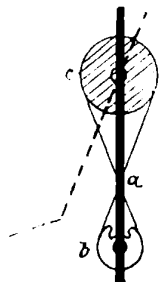


Рис. 7.

Схема управления рулем Флеттнера показана на рис. 7, где *a* представляет главный руль, а *b*—вспомогательный. Если повернуть шкив *c* и помощью его вспомогательный руль *b* на некоторый угол, то под действием потока воды повернется и главный руль *a*—и, таким образом, он последует за движением шкива. В новом положении вспомогательный руль не сохраняет положения, соответствующего повороту шкива *c*; он автоматически станет в нулевое положение под действием главного руля, и перемещение их обоих прекратится тогда, когда давления на главный и вспомогательный руль будут уравновешены.

Предположим теперь, что когда рулевой не трогает штурвала и шкив—*c*—неподвижен, какая-либо внешняя причина заставляет главный руль повернуться, например, на левый борт. Тогда вспомогательный руль также начнет поворачиваться в левую сторону, и при том с большей угловой скоростью, чем главный руль.