

## РАННЯЯ ИСТОРИЯ ШТУРВАЛА

*Джон Х. Харленд*

*Иллюстрации Марка Р. Майерса*

*Перевод anton.gavrin@gmail.com*

### *Запоздалое появление штурвала*

**М**ножество изобретений, возникших одновременно, но независимо друг от друга, наводит на мысль, что при схожем уровне технологий открытие рано или поздно случится. Однако корабельный штурвал в этом плане примечателен, поскольку эта «неизбежность» запоздала, как минимум, на столетие, а, может быть, нам так только кажется, глядя из сегодняшнего дня. Беглый взгляд на устройство величественного шведского корабля «*Vasa*» говорит нам, что его конструкторы без труда могли бы построить рулевое колесо и необходимые принадлежности, пожелай они этого. Но в 1628 г., когда корабль был спущен на воду, рулевому колесу еще предстояло родиться, и рулевой «*Vasa*» все еще пользовался колдерштоком, устройством, плохо предназначенным для этой цели, которое позволяло отклонять румпель лишь на несколько градусов от оси судна.<sup>1</sup> Поэтому мы для начала обсудим, почему первый реальный штурвал появился лишь после 1700 г., а не столетием ранее.

### *Соединение ворота и рычага*

Вначале штурвал был просто воротом с рычагом. Поскольку эта комбинация давно использовалась для закрытия шлюзовых ворот в каналах и поднятия разводных мостов, задержка в применении этого устройства на судах просто удивительна. Принцип работы этого устройства понятен из схемы фронтального сечения. При вращении штурвала трос укорачивается с одной стороны и удлиняется с другой. Витки троса накручиваются на вал, и румпель перемещается вбок на нужное расстояние.

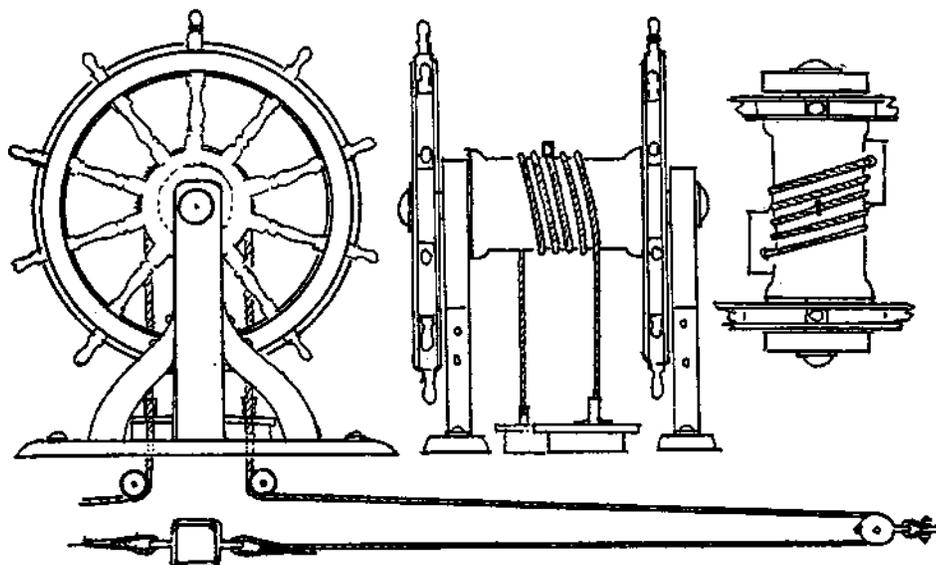


Рис. 1. Диаграммы, подобные этой, долгое время используются для пояснения принципа действия штурвала. Однако при внимательном изучении вскрываются неожиданные проблемы этой конструкции.

Геометрические осложнения

Однако, если мы рассмотрим связку ворот-рычаг на виде сверху, становится очевидным неожиданная геометрическая ошибка. Наш простейший штурвал все же не просто аналог разводного моста, потому что трос на самом деле непрерывен, и укорачивание одного конца должно быть точно равно удлинению другого.

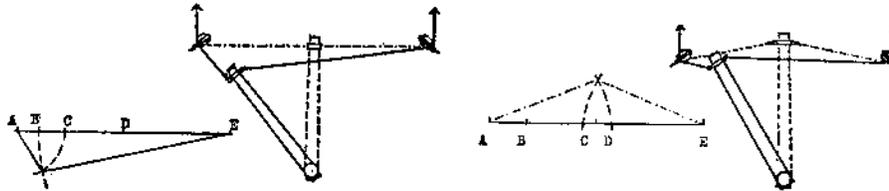


Рис. 2. Если боковые блоки размещены таким образом, и румпель отклонен до упора к левому борту, длина троса правого борта увеличивается на расстояние BD; трос левого борта укорачивается на CD. Расстояние BC показывает дополнительную длину троса, которая должна поступить с правого борта.

Рис. 3. Если блоки размещены по-другому, левобортный трос укорачивается на расстояние BD, а трос правого борта удлиняется на BC, когда румпель отклонен до упора к левому борту. CD определяет результирующий недостаток троса.

Рис.2 показывает ведущие блоки, размещенные на одной линии с передним концом румпеля. Когда румпель максимально приближен к левому борту, видно, что трос правого борта должен удлиниться на большую длину, чем укоротился трос левого борта. Более того, общая длина троса увеличится.

Если разместить блоки в одной линии с концом румпеля, когда он находится в крайнем положении, ситуация повторяется наоборот: больше троса необходимо, когда румпель находится в среднем положении (Рис. 3). Это неравенство минимизируется при размещении блоков точно посередине этих двух позиций, но полностью устранить его невозможно. Это происходит из-за неустраняемого несоответствия перемещения румпеля по дуге и линейного перемещения троса, наматываемого\сматываемого с барабана штурвала. В этом, как мы полагаем, и лежит то самое кинематическое препятствие, которое объясняет странное запоздалое появление штурвала, изобретение которого должно было дожидаться решения этой геометрической проблемы. Похоже на то, что некоторая простая геометрическая связь должна

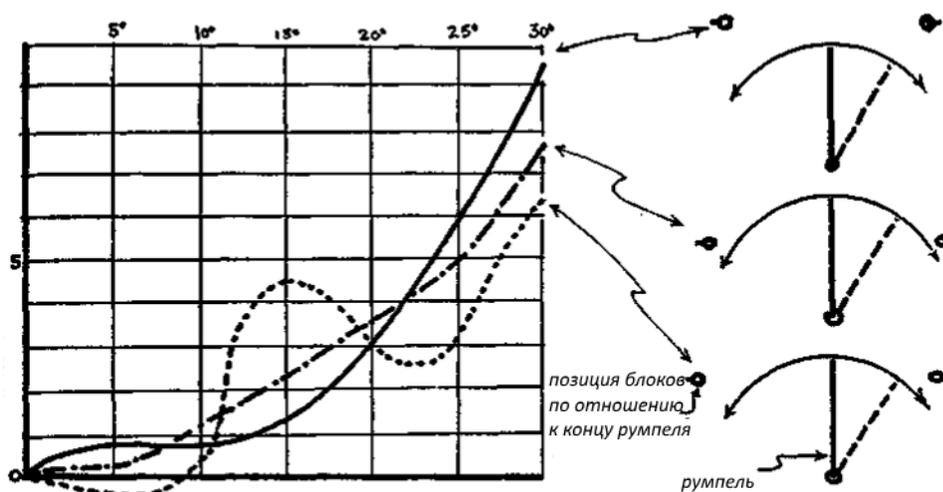


Рис. 4. Различие в длинах CD на Рис. 2 и 3 можно отложить на графике в зависимости от угла румпеля для различных пар поперечных блоков. Первые две кривые нарисованы вместе, хотя в действительности они обратны по знаку: одна отражает укорачивание, другая – удлинение. Обратите внимание на странное обратное поведение третьей, «промежуточной» кривой.

соединить части этого механизма, но, по аналогии с другими механическими передачами, реализация этой связи — задача непростая, и обычно решение проблемы основывается скорее на методе проб и ошибок, чем на математическом расчете.<sup>2, 48</sup>

### Графический анализ

Что происходит при отклонении румпеля, можно проанализировать графически, вычертив график зависимости угла румпеля от разницы укорачивания\удлинения троса. Кривые для различных позиций блоков демонстрируют странные изгибы и переходы (Рис.4).

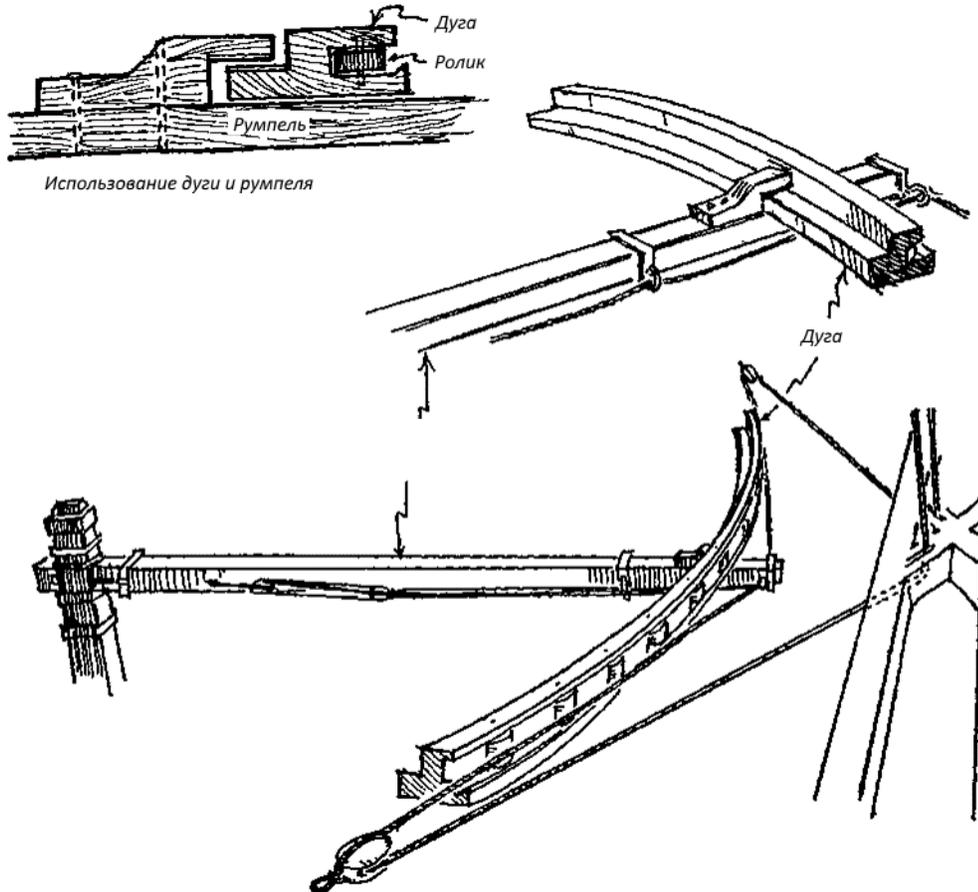


Рис. 5. Румпель и дуга на «Victory», реконструированные по описанию Дэвида Стила.

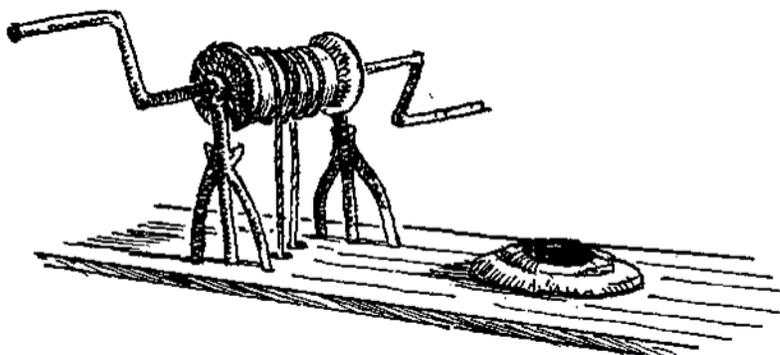


Рис. 6. Рулевой «брашпиль» на модели в Гринвиче, приписываемой к 1703-1705 гг.. Повернув на 90° и заменив ручки колесами, получим известный механизм, который появляется в поздних моделях.

Даже спустя тридцать лет я до сих пор помню разочарование от одной неуспешной попытки изготовления действующей модели штурвала брига. Нить, имитирующая штуртросы, натягивалась и ослаблялась необъяснимым образом при повороте штурвала и, в конце концов, оборвалась. Этот загадочный феномен объяснился только тогда, когда мы сделали графический анализ. Это заставило нас разобраться с этим случаем. Другие моделисты должны были столкнуться с такой же проблемой и, тем не менее, мы никогда не видели, чтобы этот вопрос затрагивался в печатных изданиях. Наоборот, много книг по судомоделизму и многие точные музейные модели показывают нереальное расположение ведущих блоков, которое на реальном судне вызвало бы обрыв штуртроса или, по крайней мере, растяжение в месте, где вскоре обязательно появится слабина.

*Принцип сектора и цепи*

Разработка реально действующего штурвала должна была подождать изобретения способа устранить это несоответствие. Прорыв пришел с использованием комбинации квадранта и румпеля. Решение было сперва достаточно «сырым», но, в конце концов, преобразовалось в

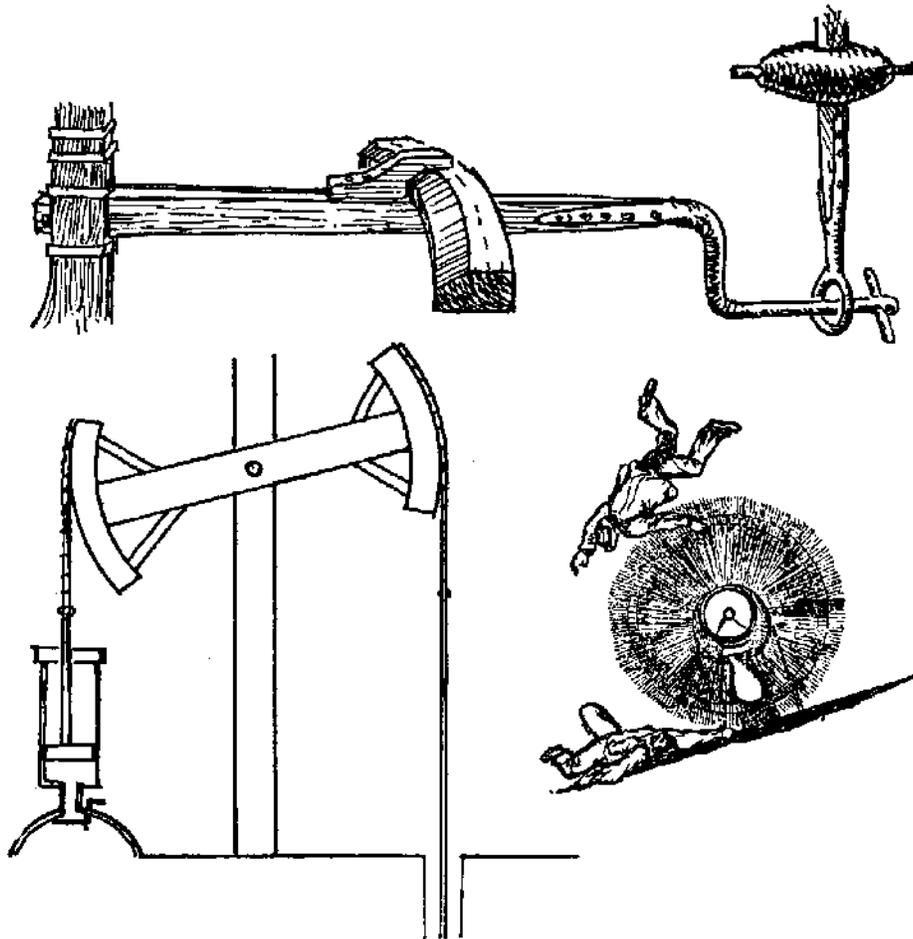


Рис. 7. Основываясь на современном чертеже прусского фрегата 1680 г., на рисунке показан сектор и колдершток. Нам кажется это более вероятным, чем движение румпеля вверх обычной поперечной балки, как на корабле «Vasa».

Рис. 8. Арочные коромысла на рычагах двигателя Ньюкомена обеспечивали тягу поршня по касательной к криволинейному движению конца рычага (слева). Страшные последствия при попытке удержать штурвал наглядно проиллюстрированы в голландской книге по мореходству 1859 г. (справа).

форму, которую можно сейчас увидеть на «H.M.S. Victory». Оно совпадает с описанием Дэвида Стила (David Steel), приведенным ниже. Похожие описания могут быть найдены и в других местах.<sup>3,4,5,6</sup>

«Штуртрос – нетированный трос, сперва растягивается, затем складывается вдвое; отмечается середина по сгибу, затем прибавляется к середине барабана штурвала, делается семь оборотов с каждой стороны от места крепления для больших судов (пять оборотов для малых); концы троса затем пропускаются через два симметричных относительно осевой линии судна отверстия в палубе. Для предотвращения попадания влаги, над каждым отверстием размещается небольшой ящик со сдвижной крышкой и отверстием точно под диаметр троса, перемещающегося вверх-вниз при наматывании\сматывании с барабана. Иногда сверху прибавляется кожаная манжета высотой 2-3 дюйма. Каждый конец, проходящий через отверстие в палубе, пропускается через вертикальный шкив в блоке, закрепленном по обе стороны от осевой линии судна. Тросы смыкаются под палубой кают-компания младших офицеров, чтобы направить каждый конец в нужную сторону, где они проходят через горизонтальный шкив в блоке, установленном на конце дуги; оттуда они идут назад к осевой линии судна, вдоль паза в дуге, снабженной вертикально установленными роликами. Каждый конец затем проходит через рым на верхней части оковки, которая прикручена к переднему концу румпеля; затем концы проводятся под дугой, через рым на каждой стороне серединой оковки, направляются вдоль румпеля к корме и наконец оканчиваются огоном с металлическим коушем с круговым бензелем и прикрепляются талрепом к рым-болту, установленному с каждой стороны румпеля в кормовой части. На больших судах используются тали.

Когда румпель закреплен под палубой, штуртрос растягивается, центрируется, маркируется и крепится на барабан как было описано ранее; затем пропускается через вертлюжные блоки, закрепленные симметрично осевой линии палубы под штурвалом судна, затем через такие же блоки, принаитованные к рым-болтам на бортах судна, и ведется к осевой линии к рыму на каждой стороне обода на конце румпеля, где закрепляется или сращивается с коушем.»<sup>3</sup>

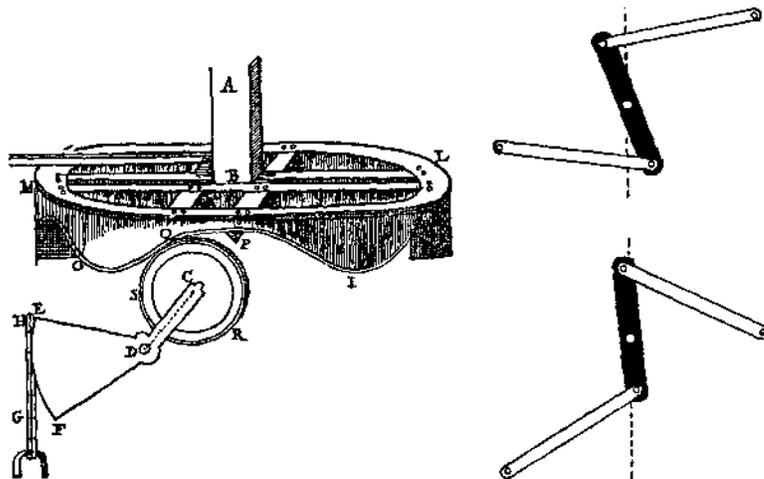


Рис. 9. Иллюстрация из книги 1696 г. демонстрирует французскую водную помпу, которая использует принцип цепи и сектора. Еще ранее был предложен английский аналогичный образец, созданный компанией «London Bridge Waterworks» в 1582 г.<sup>15</sup> Справа показан простейший механизм Уатта.

Оглядываясь в прошлое, применение такой «дуги» кажется сейчас очевидным и не выглядит чем-то гениальным. Однако, не следует забывать, что тот, кто первым применил дугу, не мог знать заранее, что он имеет дело с проблемой, которая вообще имеет решение. Как только была показана принципиальная возможность создания штурвала, моментально появились другие решения, в основном приблизительные и повторяющие нечеткость математического доказательства их предшественника. Учитывая это взрывное появление, вполне объяснимо, почему нам неизвестно ни имя изобретателя, ни точная дата появления этого новшества, ни даже достоверно — страна происхождения.

#### Дата изобретения

Что касается даты рождения штурвала, Андерсоны (Andersons) приводят следующие свидетельства:<sup>7</sup> На английской модели 1706 г. показаны и колдершток, и штурвал. Французы официально применили штурвал в 1709 г., а венецианцы в 1719 г. На плане перестройки «Ossory», начатого в 1711г. изображен штурвал. Как происходит с любым важным изобретением, мы можем

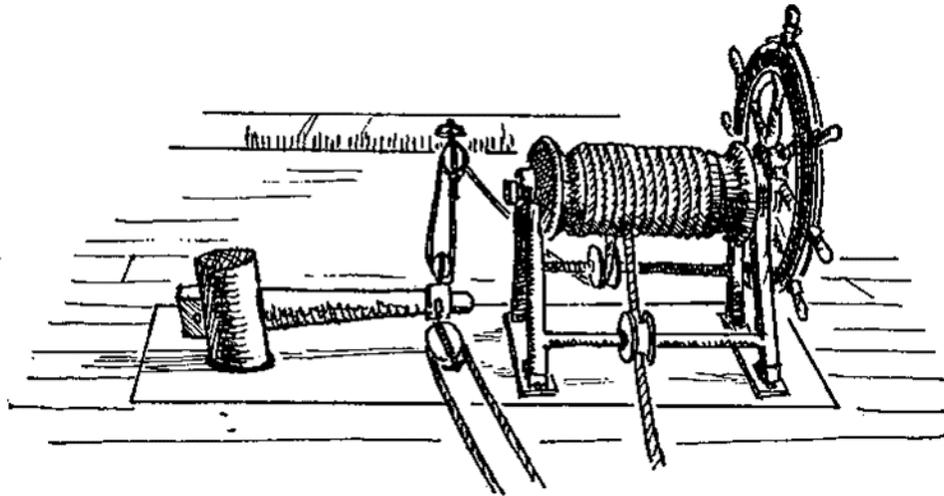


Рис. 10. Хотя вероятно данный штурвал на модели «*Confiance*» не совсем подлинный – это особенно прекрасный экземпляр искусства судомоделизма. Тросы хотя и переплетены как показаны здесь, когда мы фотографировали модель в 1969 г., возможно предназначались для прямого действия. Крепление концов штуртросов очень необычно для английских моделей. Реальное судно было построено в Канаде.

предположить, что новое не сразу заменило старое, и возможно колдершток использовался еще несколько лет.

Самое интересное свидетельство – это модель в Гринвиче (Рис.6), датируемая 1703 г..<sup>67,68</sup>

Поперечная лебедка прямо позади бизань-мачты – предшественник традиционного штурвала. Заменив рукоятки лебедки колесом и повернув устройство на 90°, мы получим прототип палубной части рулевого механизма. Подобная лебедка возможно никогда не устанавливалась на реальные суда, но, нам кажется, что само существование такой лебедки на палубе доказывает наличие соответствующего механизма под палубой. Это могла быть только дуга или что-то на нее похожее.

#### *Бовен-блинд и блинд*

Возможный свет на дату изобретения штурвала может пролить появление и исчезновение бовен-блинда. Д-р Р. Ч. Андерсон (R. C. Anderson) заинтересовался, «почему такой неудобный и неэффективный маленький парус появился сразу во всех странах и продержался более, чем столетие». Он предположил, что он помогал сбалансировать парусность очень высокой кормы.<sup>7,8</sup> Однако более вероятно, что столь долгое время использования было обусловлено его пользой в компенсации недостатков колдерштока. Если руль мог отклоняться только на несколько градусов от оси судна, управление судном должно было определяться в первую очередь правильным выставлением парусов, а колдершток скорее служил для «тонкой подстройки» курса. Бовен-блинд и, в меньшей степени, блинд, оказывают свой эффект далеко впереди от центра поперечного сопротивления, в отличие от кливера.<sup>9</sup> Как только штурвал стал применяться на больших судах, мог быть реализован полный потенциал руля, и бовен-блинд уступил более удобному кливеру. Чтобы точно подтвердить эту идею, бовен-блинд должен был бы исчезнуть в 1710 г. На самом деле, он все еще упоминается в такелажных учебниках до 1794 г..<sup>3</sup> Блинд упоминается в качестве рабочего паруса как минимум до 1842 г..<sup>10</sup> Хотя кливер был официально продемонстрирован военно-морскому флоту в 1705 г., он уже использовался, по крайней мере, на малых судах еще до 1700 г..

#### *Дуга как опора для румпеля*

На Рис. 5 видно, что дуга поддерживает конец румпеля, и необходимость этой опоры станет

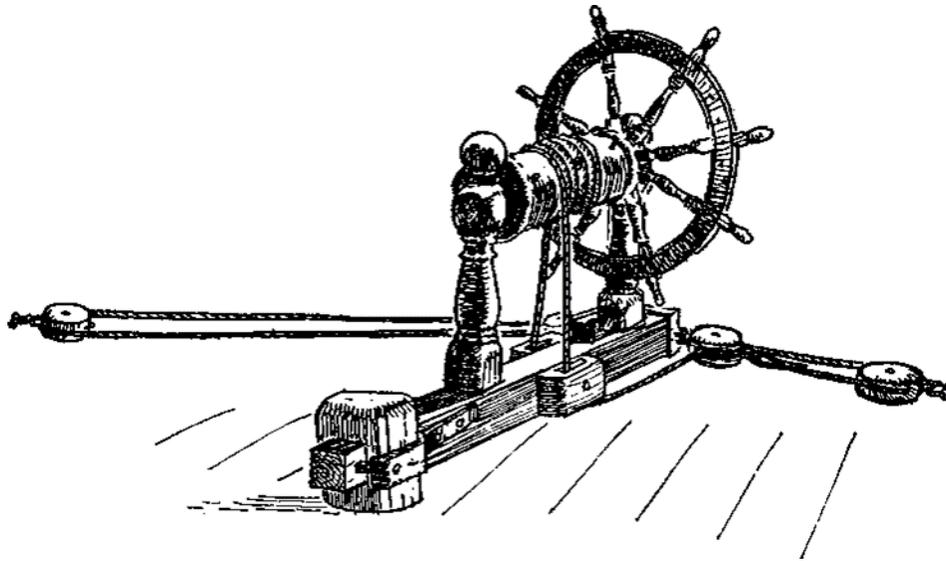


Рис. 11. Пример штурвала на «Charles W. Morgan», который отклонялся до 45° к борту. Штифты на концах барабана ограничивали слишком большие повороты колеса.

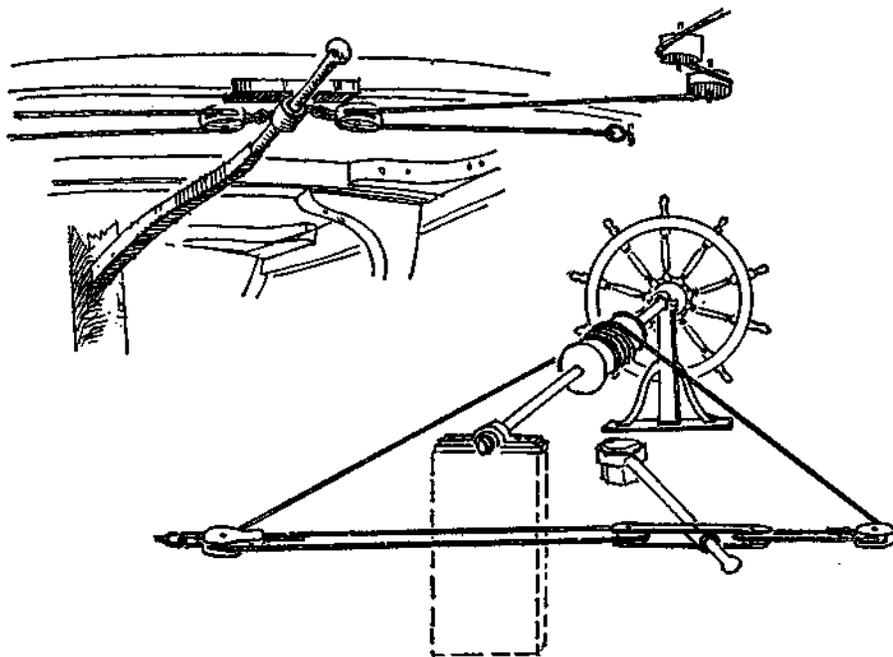


Рис. 12. Золотник Рапсона был запатентован в 1839. Немного вольное изображение румпеля на «Constellation» (вверху). Палубный вариант основан на диаграмме ЛеКота (внизу). Боковая направляющая, в которой скользила втулка, для простоты не показана.

понятной, когда мы вспомним, что дубовые румпели больших судов были в сечении около 1 кв. фута и длиной - 25-30 футов. Голландцы использовали иногда две дуги, одна позади другой.<sup>4</sup> Можно предположить, что первая использовалась как опора, и только вторая как компенсатор. Несмотря на чертеж «Friedrich Wilhelm zu Pferde» 1680 г., Р. Хоккеля (R. Hoesckel), на котором основан наш следующий рисунок (Рис.5), всё свидетельствует в пользу румпеля, который перемещался поверх перекладки, иногда оснащенной железными роликами для лучшего скольжения.<sup>1</sup>

Паровой двигатель Томаса Ньюкомена

Соотнесение вращательного и линейного движения было проблемой и в других сферах человеческой деятельности, и статья о ранней разработке парового двигателя дает нам повод задуматься, почему штурвал появился именно в то время, когда Ньюкомен разработал свой двигатель, и есть ли связь между этими изобретениями.<sup>12,13</sup> Ньюкомен использовал принцип цепи и сектора, чтобы вытягивать поршень всегда в одной линии с концом коромысла. Достиг он этого созданием арочного коромысла.

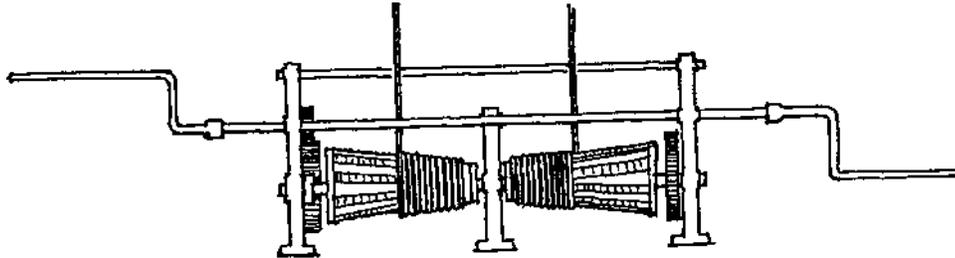


Рис. 13. Лебедка Джарвиса - кинематический аналог барабана Весселинка. Когда рей поворачивается по ветру, один нок рея перемещается быстрее другого. Для коррекции применяется конус.

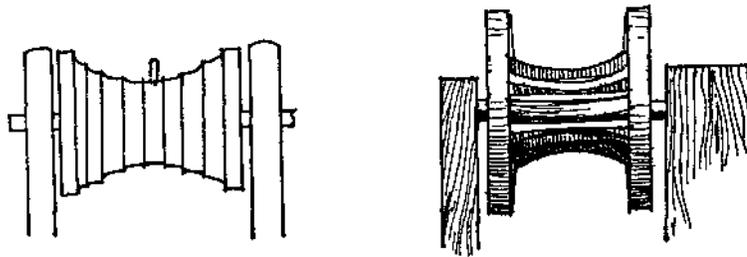


Рис. 14. Иллюстрация Мосселя барабана Весселинка (слева). Учебная модель, предположительно используемая на датском судне «Najaden» в 1796 (справа).

Пар поступал в цилиндр; силовое усилие происходило от последующего введения холодной воды, которая вызывала конденсацию пара и сокращение, втягивая поршень вниз.<sup>14</sup> Основа нашего тезиса, что изобретение штурвала должно было ожидать употребления принципа цепи и сектора, и кажется вполне возможным, что наитие могло исходить от наблюдения за медленным движением вверх-вниз коромысла двигателя Ньюкомена.<sup>16</sup> Настоящий аналог коромысла Ньюкомена конечно — квадрант, присоединенный к концу руля как показано на Рис.19b, но принцип аналогичен дуге на Рис.5. Р. Дж. Лоу (R. J. Law) ответил на наши сомнения так:

«Мы не знаем был ли как-то связан Ньюкомен с местными судостроителями. Вполне вероятно он был близок с ними, поскольку занимался зарубежной торговлей, и покупал импортные товары, а Дартмут был и сейчас остается небольшим городом, где все знали друг друга.»<sup>15</sup>

На Рис.9 изображен водный насос с конной тягой, разработанный Филиппом де ла Хир (Phillipe de la Hire), который также основан на похожем принципе. Этот рисунок взят из книги, опубликованной в Лондоне в 1696г.. Ньюкомен мог заимствовать идею из этой книги<sup>17</sup>, или из описания механизма, установленного на Лондонском мосту в 1582 г.; или, все же, он мог прийти к ней независимым путем.

Французское влияние на изобретение штурвала, однако не снято с повестки дня. Конечно существовали значимые связи между двумя странами, и имя Дениса Папена сразу приходит на ум как возможного переносчика идеи через Ла-Манш. Его должность подразумевала знание научных новинок, он интересовался паровыми двигателями, и, если он встречался с Ньюкоменом, он мог предложить, как аппарат де ла Хира можно использовать для соединения поршня и коромысла.<sup>15,20</sup> Выдвигалось предположение, что штурвал во Франции был изобретен

независимо.<sup>18</sup> Однако, для этого нет никаких подтверждений.<sup>19</sup>

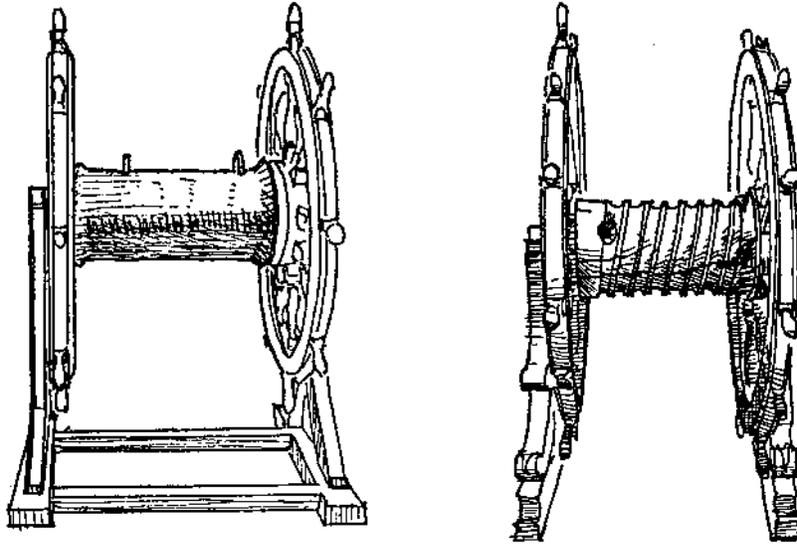


Рис. 15. Разностные барабаны на «Unicorn» (слева) и «Najaden» 1897 г. (справа). Обратите внимание на левостороннюю нарезку.

#### Провисание штуртросов

Дуга предлагает лучший способ фиксации штуртроса к румпелю, но эта конструкция должна была быть достаточно дорогой, и такое решение можно найти только на больших судах. Как только удобство управления с помощью штурвала стало очевидным, он стал устанавливаться и на небольших судах вплоть до смэков.<sup>21</sup> Румпель, оснащенный так, как было описано выше во втором абзаце у Девида Стила, был вполне удобен при длине 10 футов и более. Следует обратить внимание, что пока использовался пеньковый трос, небольшая слабина была неизбежна. Когда дуга полностью сдвинута, что можно назвать «статическим» неравенством, нельзя избежать «динамического» эффекта давления воды, которое больше с одной стороны пера руля, чем с другой. На судне, приводящемся по ветру, наветренный трос сильно натягивался, что могло грозить обрывом.<sup>22</sup> Подветренный трос ослаблялся, но иногда тоже рвался, так как поперечная волна могла внезапно ударить в наветренную сторону руля. Определенное количество «люфта» в системе может быть допустимым, но с начала использования дуги, было предпринято множество разнообразных ухищрений, чтобы минимизировать вред от провисающих штуртросов. Мы рассмотрим их в более или менее точной хронологии. Следует отметить, что румпель на малых судах был гораздо практичнее, чем штурвал, то есть при румпеле короче 8-10 футов. На чертежах Чепмена показаны суда около 90 футов длины между перпендикулярами, оснащенные только румпелем.<sup>23</sup> Для увеличения эффективной длины румпеля также применялись тали, фал которых удерживался рулевым.<sup>21</sup>

#### Перемещаемые шкивы вместо вертлюжных блоков

Штурвал модели «Confiance», 1814г. — прекрасный пример искусства судомоделизма. Крепление штуртросов необычно для британских моделей. Шкивы, способные перемещаться вдоль, помогают скорректировать геометрическое неравенство.<sup>49</sup>

#### Решение для короткого румпеля

Если штуртрос очень длинный из-за физического разделения штурвала и румпеля, или, если румпель очень короткий, местоположение направляющих блоков не так критично. Короткий

румпель можно компенсировать использованием талей вместо одиночного троса.<sup>21</sup> Следующая таблица взята у Чеппеля.

Судно	Год	Длина между перпендикулярами в футах	Румпель в футах	Коэффициент
<i>Boston</i>	1738	118	17	7
<i>Raleigh</i>	1776	131	21	6
<i>Hancock</i>	1776	136	22 1/2	6
<i>President</i>	1812	173	12 1/2	14
<i>Bainbridge</i>	1842	100	5	20

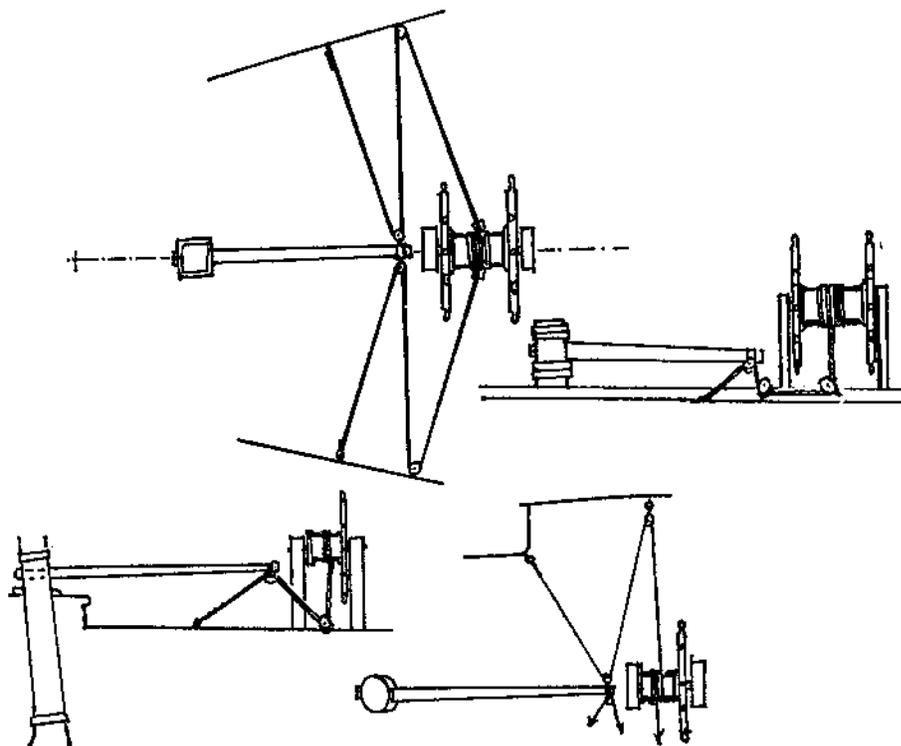


Рис. 16. Два примера 2-блоковой системы. Разность, создаваемая первой парой блоков, компенсируется противофазно второй парой блоков. Расположение блоков на «*H.M.S. North Star*» (вверху). Рисунок Андерхилла привода 12-типушечного брига 1840 (внизу). Обратите внимание на неожиданное отсутствие вертлюжных блоков за барабаном.

### *Движущийся штурвал*

Это интересный вариант решения для короткого румпеля. Барабан перемещается вместе с румпелем и сам выступает как перемещаемый блок, удваивая усилие. Главным образом он ассоциируется с американскими китобоями.<sup>25,26</sup> Наш рисунок (Рис.11) основан на штурвале «*Charles W. Morgan*».<sup>27</sup>

### Золотник Рапсона

Патент 1839 г., выдан Джону Рапсону (John Rapson) за штуртросы, закрепленные не к самому румпелю, а к втулке, которая скользит по нему. Перемещение втулки было ограничено в поперечном направлении.

«Объектом изобретения является устранение вредного влияния провисания штуртроса из-за того, что конец румпеля перемещается по криволинейной траектории, тогда как трос перемещается по прямолинейной траектории.»<sup>28</sup>

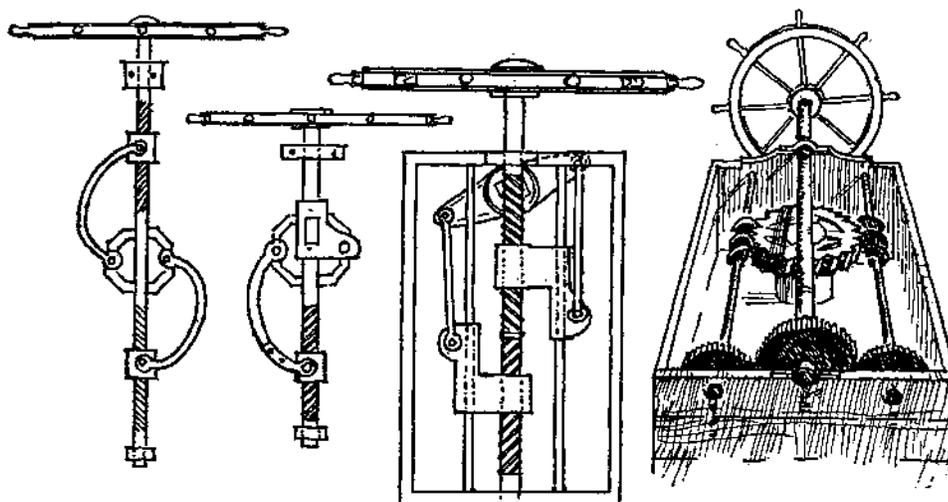


Рис. 17. Моссель показывает два варианта червячно-шатунного механизма (слева). Толкательный аппарат возможно создан Рапсоном в 1834 г. и впоследствии широко использовался, например, на центральном рисунке, взятым у Пааша. Проблемы, присущие любым механизмам на основе тросов или цепей, вызвали множество других патентов, использующих другие типы соединений. Штурвал, изображенный справа, был на судне «Kate H. Tilghman», 1881 г.

Первая иллюстрация (Рис.12) основана на золотнике, который можно увидеть на «Constellation», который по существу аналогичен «Constitution». Другой рисунок основан на палубном варианте, показанном у ЛеКота (LeCompte), который назвал это патентом «Рапсона и Робертсона».<sup>5,29</sup> Патент 1859 г., выданный Томасу Скелтону (Thomas Skelton), на шлицованный румпель по сути основан на том же самом принципе.<sup>30</sup> Описание золотников продолжает появляться в книгах по морскому делу примерно до 1900 г., и вновь в 1940-х при использовании телескопического румпеля в моделях Vosper M.G.V..<sup>31,32</sup>

Золотник, как и огибающая - безошибочно точный подход, но ему не достает элегантности более позднего решения, в котором один оборот штурвала дает разные угловые отклонения румпеля. Командующий Питер ДюКейн (Peter DuCane) указал, что это фактически позволило применять постепенно увеличивающееся усилие на штурвале, что полезно для скоростных судов.<sup>33</sup>

### Железный румпель

Очевидно, что золотник стал возможным только с появлением железного румпеля. Первый такой румпель был упомянут не ранее 1793 г.,<sup>34</sup> но не позднее 1822 г., когда Рейк (Rijk) несомненно был восхищен «железными румпелями, которые заметно короче обычных деревянных, и на которых отсутствует огибающая (Luiwagen)», увиденные им на новейших американских боевых кораблях.<sup>4</sup>

### Барабан Весселинка (Wesselink)

Вал переменной ширины, расширяющийся на концах – еще одно эмпирическое решение.

Когда штурвал в среднем положении, витки находятся в центре вала и большая часть троса смотана. Используя вал подобного типа и выбрав позицию ведущих блоков ближе к корме, возможно достичь некоего соответствия между валом нужного профиля и парой правильно размещенных блоков. Не все позиции блоков подходят, как видно из Рис.4. Гарольд Андерхилл (Harold Underhill) затронул этот вопрос в описании принципа лебедки Джарвиса Брейса (Jarvis Brace), которая является кинематическим аналогом барабана Весселинка. Барабан лебедки имеет форму конуса, так как при брасопке реев, один нок рея перемещается на большее расстояние чем другой.<sup>35</sup>

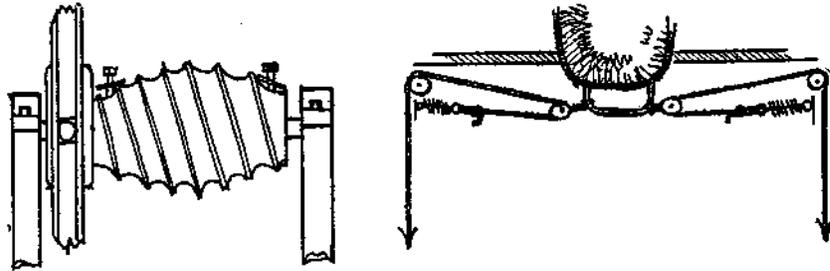


Рис. 18. Яйцеобразный барабан, вероятно типа, описанного Т. МакСвини (Т. McSweny) (слева). Пружины обычно встраивались в рулевые механизмы судов с навесным мотором (справа).

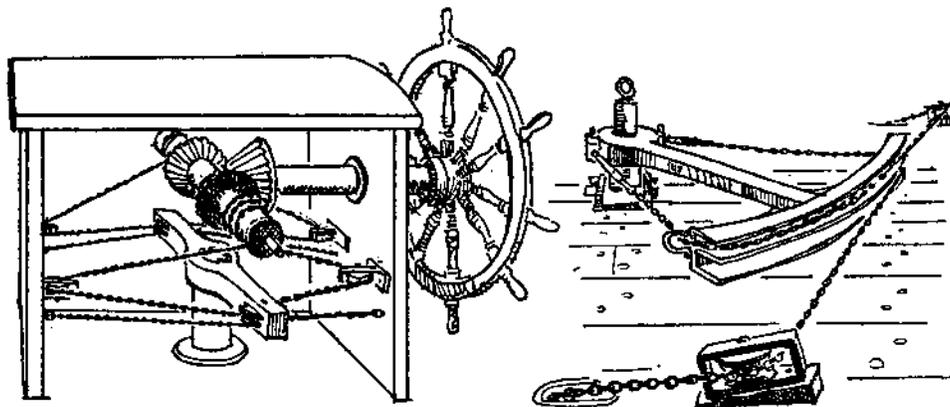


Рис. 19. Механизм Ворнера (Warner) — толкательный аналог принципа троса и барабана (слева). Квадрант на вершине руля на «Joseph Conrad», 1883 г. — подлинный аналог коромысла Ньюкомена. Квадрант с двойной канавкой такого типа часто использовался с рычажно-цепным механизмом (справа).

Моссель приписывает это изобретение своему приятелю, голландскому морскому офицеру, В. Х. А. Весселинку (W. H. A. Wesselink), и конечно у нас нет других претендентов.<sup>6</sup> Однако мы должны сделать небольшую оговорку. Во-первых, голландская учебная модель, показывающая местоположение штурвала на фрегате «Najaden» (1796 г.), имеет румпель на секторе, но штуртросы крепились на барабане, зауженном посредством прикрепленных к нему «вельпсов».<sup>36</sup>

Во-вторых, похожие примеры дифференциального барабана можно увидеть на двух все еще существующих английских судах 5-го ранга: «Foudroiant» (бывший «Trincomalee») 1817 г., и «Unicorn», 1824 г.. «Unicorn» особенно важен, поскольку судно провело в море за свою жизнь немного времени, и есть большая вероятность, что установленный механизм оригинальный.<sup>37</sup> В-третьих, Лекот показывает дифференциальный барабан, но не описывает его форму или имя изобретателя. Первое изображение на Рис.14 взято у Мосселя, и возможно это попытка показать спиральный желоб на барабане.

Очень хороший пример металлического барабана Весселинка со спиральным желобом

можно увидеть в Амстердаме.<sup>40</sup> Еще один, из дерева (Рис.15), есть на «*Najaden*» (1897 г.) в Халмштадте, Швеция.<sup>41</sup> Если этот желоб есть достижение Весселинка, он мог быть тоже открыт повторно. По меньшей мере, мы имеем упоминание 1822 г. с названием: «Железный румпель Сеппинга (Sepping) или спиральный штурвал».<sup>38</sup> Весселинк родился в 1808 г. и поэтому вряд ли мог воплотить свою идею ранее 1828 г..<sup>39</sup> Во всяком случае идея широко распространилась и, в отсутствии доказательств противного, следует довериться Мосселю в этом вопросе.

#### Решение Джеймса Пика

Было заявлено, что это приспособление было установлено в корабле 6-го ранга «*North Star*» (1824 г.), в неопределенную дату. Метод Пика получил всеобщее одобрение.<sup>6,42,43,44</sup> Его решение основывалось на двух наборах ведущих блоков, размещенных таким образом, что разница, создаваемая передней парой, полностью устранялась следующей. Похожее расположение, использующее различные позиции блоков можно найти в чертежах Гарольда А. Андерхилла 12-пушечного брига 1840г..<sup>45</sup> В обоих случаях, рассматривая систему в двух плоскостях, предполагается, что это хорошо работает в пределах 20° и становится менее эффективным при увеличении этого угла. Однако Пик заявлял, что это работает до 45° на «*North Star*», и это могло быть действительно сделано так. Если угол между румпелем и ахтерштевнем был меньше 90°, с поворотом румпеля его конец приближался к палубе. При этом небольшое смещение за счет изгиба палубы, усиливало укорачивающий эффект задней пары блоков. Утверждение Пика, что позиции блоков «определяются математическими причинами» предполагает, что он использовал некие формулы, связывающие позиции блоков и угол между румпелем и ахтерштевнем. Обдумав это, мы пришли к выводу, что он возможно на самом деле определил координаты блоков методом проб и ошибок.<sup>2</sup>

#### Обход проблемы

В середине XIX века, средства литья и обработки металлов привели к отказу от соединений с помощью тросов и цепей в пользу других методов. Паровой рулевой механизм Зикеля (Sickel) демонстрировался в Хрустальном дворце в 1853 г. и реально использовался на лайнере в 1870 г.

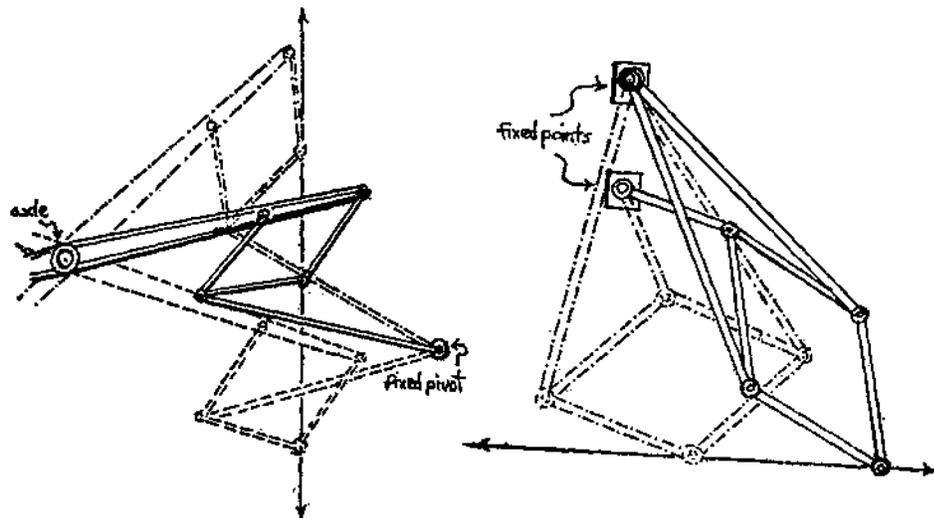


Рис. 20. Соединение Уатта в форме параллелограмма (слева). Точка перемещается почти по прямой линии. Механизм Посселье был первым механизмом с перемещением по истинной прямой (справа). Любое из этих соединений теоретически пригодно для связи кругового перемещения румпеля с линейным перемещением штуртросов, тем же самым способом, как золотник Рапсона.

Описание всех использовавшихся механизмов выходит за рамки этой статьи. Наш следующий рисунок (Рис.17) показывает два из них. Чертежи Моссея показывают червячно-шатунное устройство, которое в его двухтактной форме (push-pull) продолжало использоваться на парусных судах до XX века. Хотя с этим механизмом ассоциируются различные имена: Jackson, Guiring, и т.д., очевидно, что оригинальный патент был выпущен имя Джона Рапсона (John Rapson) в 1834 г..<sup>32</sup> Мид (Meade), не позднее 1869 г., полагал, что эти новомодные устройства «не считались столь эффективными и простыми для боевых кораблей, как старые: румпель, штурвал и штуртросы».<sup>43</sup>

#### *Некоторые другие предложения*

Мы ограничились только механизмами, которые использовали соединение тросом или цепью. У нас не было доступа к рабочим чертежам, и мы нашли несколько описаний в сокращенных спецификациях, поэтому отчасти не совсем вразумительных.<sup>28</sup> Джеймс Браун (James Brown) предложил в 1843 г. держать подветренный штуртрос хорошо натянутым, вынеся блоки на короткое плечо у конца румпеля. Они должны быть соединены цепью, которая охватывает блоки на румпеле недалеко от его конца. В 1846 г. Thomas McSweny запатентовал дифференциальный барабан, «слегка яйцеобразной формы с канавкой в нем». Очевидно, что такая форма работоспособна, если ведущие блоки вынесены далеко вперед. Барабан этого типа можно увидеть в Амстердаме.<sup>40</sup>

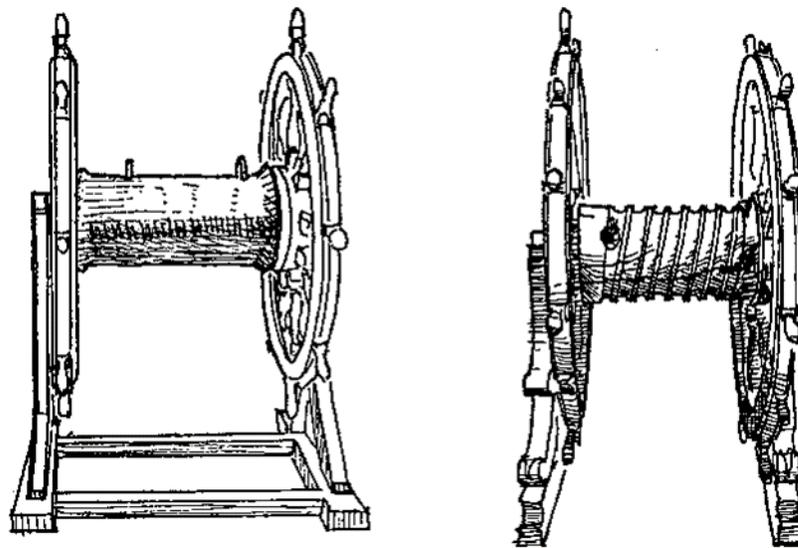


Рис. 21. Штурвал, представленный на пушечной палубе «Constitution» (слева). Штурвал норвежского фрегата «Kong Sverre» (справа). Два примера с тросами, закрепленными на концах барабана.

Томас Стейнтон (Thomas Stainton) в 1853 г. предложил использовать барабан с глубокой кольцевой канавкой, так что при повороте барабана трос накручивался поверх предыдущего витка, увеличивая эффективный диаметр барабана. Это аналогично барабану Весселинка.

Томас Карр (Thomas Carr) получил в 1854 г. два патента, один из которых использовал сектор «чтобы предотвратить передачу сотрясений от пера руля на рулевой аппарат» и второй, который использовал цепь барабана для управления муфтой, перемещающейся по спирали. Томас Скелтон (Thomas Skelton) предложил расположить «два блока или шкива на румпеле или перекладине. Цель – убрать провисание рулевого троса или цепи еще на этих блоках до штурвального барабана».

Юлиус Смит и Фрэнк Томас Сэндом (Julius Smith и Frank Thomas Sandom) предполагали предотвратить «сотрясения от пера руля на рулевой механизм» посредством пружин, вставленных между рулем и рулевым механизмом. Вызывает вопрос, почему пружины не

использовались раньше. Их применение для стоячего такелажа было предложено в 1824 г..<sup>28,46</sup> Их применение обычно для рулевых устройств современных небольших судах с подвесным мотором. Однако «руление двигателем» сильно отличается от управления пером руля. Во втором случае отдача не является проблемой.

Механизм Ворнера (Wagner) (Рис.19) кинематически представляет собой двухтактный вариант тросо-барabanного механизма, где сектор действовал как короткий румпель. Другой эскиз показывает механизм на «Joseph Conrad» (бывший «George Stage») (1882 г.).<sup>27</sup>

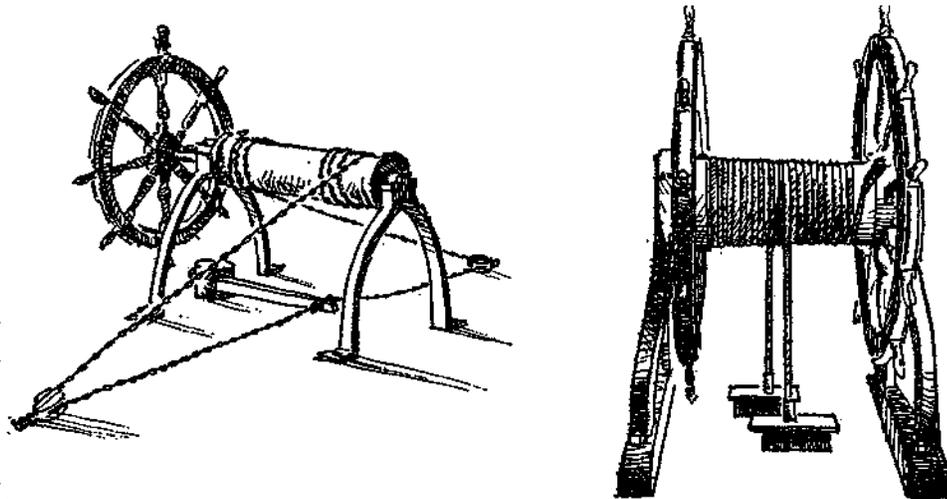


Рис. 22. Штурвал на модели брига «Walborg» (слева). Возможно задняя цепь должна выходить снизу барабана. Изображенная конструкция работать не может. Штурвал «Constitution» (справа). Мы сомневаемся в правильности закрепления конца троса за спицу штурвала. Также семи оборотов троса было бы вполне достаточно.

Можно было бы и использовать механизм Уатта, или в форме «параллелограмма», или в простейшей версии (Рис. 9), чтобы обеспечить точку крепления штуртросов, которая перемещалась бы по прямой линии, при перемещении румпеля. Центральная точка механизма Уатта движется почти по прямой. Удивительно, но механизм, способный следовать «точной прямой линии» появился только в 1873 г. Эти механизмы: механизм Посселье и другие соединения, которые были последовательно изобретены вслед за ним, были слишком уж замысловатыми для использования в рулевом механизме.<sup>48</sup>

#### Двойные и одинарные штуртросы

Все европейские источники, цитировавшие до сих пор, описывают одиночный трос, закрепленный своей серединой к центру барабана. Другой метод использует два троса, закрепленных на концах барабана. Это можно увидеть на «Constellation» и «Constitution» (Рис. 21 и 22); три штурвала более поздних судов свидетельствует об использовании такого расположения на американских фрегатах. Также показаны норвежские и датские примеры.<sup>50,51</sup>



Рис. 23. Обычно трос закреплялся сверху барабана, что означало нечетное число оборотов, если смотреть сверху. Если крепление находилось внизу, то число оборотов было четным. Утверждение Mossel, что делалось «два оборота впереди и три позади» крепления, может быть правдой только, если крепление производилось при руле, повернутом к правому борту.

При такой системе, витки не перемещаются вперед-назад по барабану; меняется только точка отрыва. По этой причине, эффективная длина барабана должна быть в два раза меньше, чем при старом методе. Двойной трос исключает возможность использования дифференциального барабана.

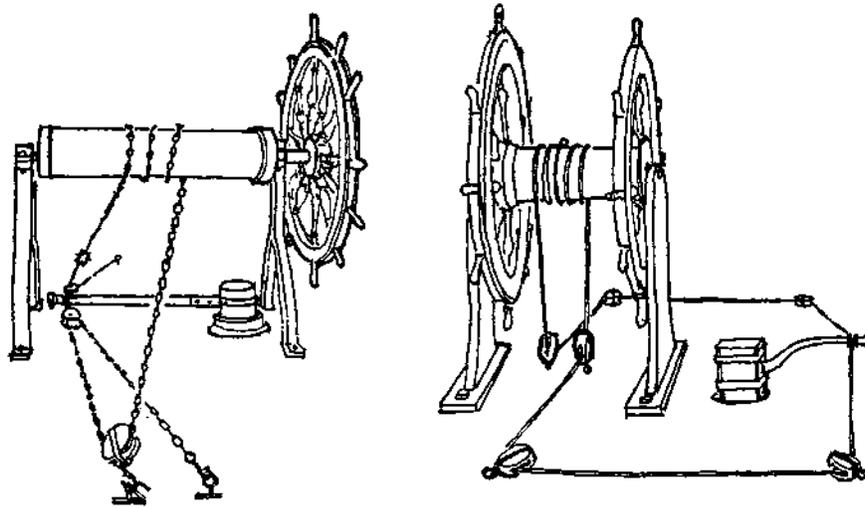


Рис. 24. Два примера обратного румпеля, от Пааша (слева) и ЛеКота (справа), которые позволяют уменьшить размеры механизма. Как только договорились, что верх штурвала должен поворачиваться в направлении, куда должен повернуться нос судна, конструкция была изменена соответствующим образом. Однако, возможно, это правило само возникло из особенностей конструкции, поскольку простейшее расположение с прямым румпелем поворачивает судно в том же направлении, куда вращается штурвал.

#### *Крепление к барабану*

Крепление троса к барабану гвоздями, как описано у Дэвида Стила, кажется весьма неудобным при замене троса. Иллюстрации показывают скобу на барабане, установленную вдоль барабана. ЛеКот утверждает, что на конце троса делался огон и «свободный конец оборачивался 2,5 раза вокруг барабана и огон заводился под скобу, к которой крепились штуртросы, штуртрос правого борта - перед скобой, а левого борта - за скобой». Можно сказать, что несмотря на центральное крепление существовало два отдельных троса. Скобы на американском штурвале на Рис. 21 установлены друг напротив друга и примерно в четверти длины от краев барабана. Крепление штуртроса бензелем к скобе, как сделано на «*Constitution*» (1970) показано на Рис. 22, кажется очень сомнительным. На «*Kong Sverre*» большой стопорный кноп был сделан на конце троса, который затем пропускался через диаметрально отверстие, просверленное в барабане.

Обычно крепление делалось на верху барабана при среднем положении штурвала.<sup>52</sup> На «*Najaden*» (1897 г.) крепление было внизу. На «*Charles W. Morgan*» оно было под углом в 45°. Барабан механизма на этом судне имел ограничительные спицы, чтобы предотвратить слишком большой поворот от центрального крепления.

#### *Количество оборотов троса*

При обычных обстоятельствах, количество оборотов троса в контакте с барабаном и количество оборотов от борта до борта составляет целое и половину. Если середина троса крепилась на верху барабана, это число четное, или, если считать их при взгляде сверху барабана — нечетное. 4,5 оборота можно описать как 4 или 5 оборотов, обычно 4,5 оборота были в контакте с барабаном на небольших судах, и 6,5 на больших.<sup>43-53</sup> Конечно, кто-то мог обмотать штурвал большим числом витков, чем необходимо, как видно из Рис. 22. Сомнительно, чтобы

это была обычная практика тех дней. Простая формула позволяет нам оценить количество необходимых оборотов. Для золотника Рапсона:

$$N = \frac{2VTS \sin A}{\pi D}$$

для дуги:

$$N = \frac{4VTA}{360 D}$$

где T = эффективная длина румпеля в футах; N = количество оборотов, соприкасающихся с барабаном; V = скоростные показатели системы; A = максимальный угол руля; D = эффективный диаметр барабана в футах.

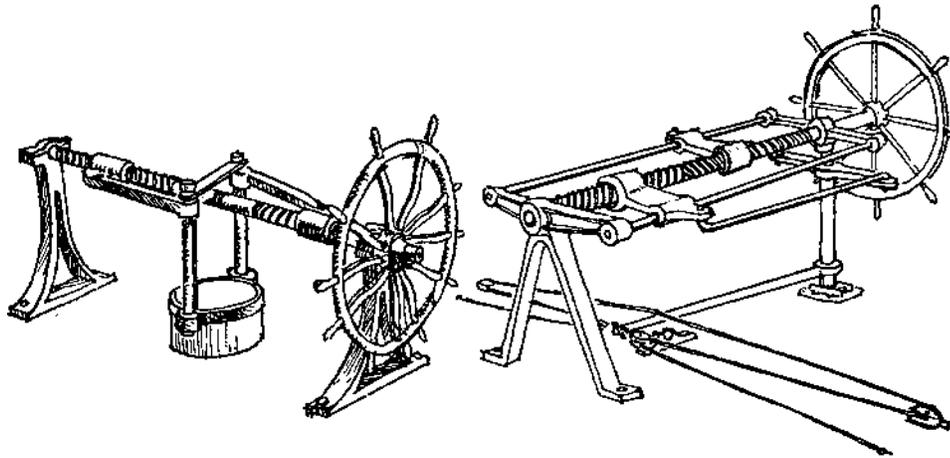


Рис. 25. Модель, описанная в патенте Гирина (Girling) 1851 г. (слева). Оно предполагало обратное расположение штурвала. Устройство прямого действия Дженсена (Jensen) (1924 г.). Поддерживающая расчалка работает как «тормоз» (справа).

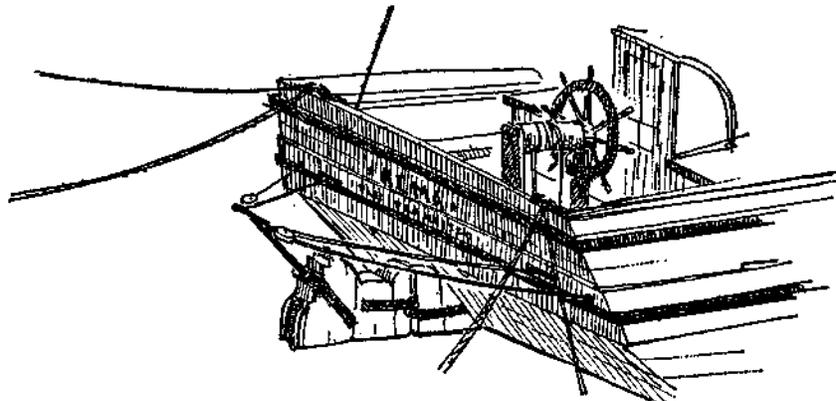


Рис. 26. «Alma». Руль и есть румпель. Заметьте короткую переключину, к которой присоединены блоки «румпеля».

Диаметр троса должен быть добавлен к реальному диаметру барабана чтобы получить D. Эффективный угол руля можно положить равным 35°. На «Constitution» значения D и T: 1-33 и 12; на «Victory»: 1 -42 и 25. Подставив эти значения в формулу выше, получим 6,5 оборотов для «Constitution» и 7,5 для «Victory», один оборот больше, чем ожидалось, но точно так, как можно видеть сейчас.<sup>55</sup> Моссель утверждает, не совсем точно, как нам кажется, что «длина окружности барабана обычно составляет 1/17 ширины судна в месте крепления ведущих блоков.» В другом месте

он говорит, что было 5 оборотов, «два до и три после места крепления».<sup>6</sup>

#### *Порядок штуртросов*

К концу XIX века существовало соглашение, что штуртрос левого борта должен быть первым.<sup>56</sup> Однако, это соблюдалось не всегда. На «*Victory*»<sup>1</sup> трос левого борта шел первым, на «*Unicorn*» — в обратном порядке. Их штурвальные барабаны со спиральной канавкой указывают на используемый метод. Два голландских примера имеют правостороннюю нарезку, шведские и норвежские экземпляры — обратную. ЛеКот утверждает, что трос левого борта шел первым, противореча в этом Мосселю. Проверка этой детали на моделях того времени показывает, что оба случая встречаются примерно поровну.

#### *Материал штуртросов*

Первоначально использовалась обычно пенька, около 1820 года начала применяться веревка из кожи, впоследствии замененная цепью. Нарес (Nares) в 1897 г. уверяет, что штуртросы «почти всегда делались из проволоки».<sup>57</sup>

Пеньковый трос изготавливали специально из нетированного троса кабельного спуска в 4-стринги, размером до 4,5 дюйма по окружности. Он совпадал по размеру с грота-брасом по Мосселю, это подтверждается и таблицами у Стила. Предпочиталась пенька из северных стран («*Noordsche henper*»)<sup>6</sup>. Нетированная пенька была крепче тированной, но хуже противостояла влаге, хотя с ней и было легче управляться.<sup>47</sup> Художник этого документа, когда работал боцманом на реконструкции «*Nonsuch*», имел много возможностей наблюдать порочные склонности намокшего пенькового такелажа сокращаться при высыхании. Кожаные веревки хорошо смазывали жиром, поскольку они при намокании наоборот укорачивались. Размер их был таким же, как и у пеньковых веревок и предпочитались тросы от «*West Indian untanned buffalo hides*».<sup>47:57</sup>

#### *Расположение штурвала*

Наиболее общей практикой было располагать штурвал в направлении движения судна. Сейчас это кажется таким очевидным, но на самом деле - это всего лишь договоренность. Джон Лиман (John Lyman) предположил, что это произошло, так как рулевой толкал верхние рукоятки в направлении движения носа судна.<sup>58,66</sup> Нам кажется, что договоренность возникла из практических вещей, поскольку конструктивно проще расположить штурвал таким образом, иначе это потребовало бы пересечения тросов. Это действительно потребовалось в конце XIX века, когда частым явлением стало применение обратного румпеля, дающего более компактное размещение. К этому времени, договоренности крепко укоренились и штурвалы ставились только по ходу движения судна. Наши иллюстрации базируются на данных ЛеКота и Пааш (Paasch).<sup>5,59</sup>

Наш следующий рисунок (Рис.24) показывает датскую учебную модель с обратным расположением штурвала.<sup>60</sup> На другом рисунке из датского документа по морскому делу показано обычное расположение.<sup>61</sup>

Шхуны Новой Зеландии и бухты Сан-Франциско демонстрируют вариант забортного румпеля, тросы крепились напрямую к рулю. Корма такой шаланды, хранящаяся в Морском музее Сан-Франциско, имеет штурвал, установленный в обратном направлении. С другой стороны, шаланды Новой Зеландии имеют обычное расположение.<sup>63</sup> На нашем рисунке изображена шаланда «*Alma*». Короткая поперечина на руле возможно полезна для предотвращения провисаний штуртросов.<sup>62</sup>

Есть свидетельства, что обратное расположение штурвала могло быть известно и в США; определенно Лус (Luce) так энергично осуждает его, что можно сделать вывод, что он видел или слышал об этом методе.<sup>56</sup> Английский текст 1903 г. сообщает, что штурвалы у «некоторых иностранных наций» управляются непрямым способом.<sup>64</sup>

#### *Благодарности*

По праву наши благодарности, во-первых, маринисту Марку Майерсу, который нарисовал не

только иллюстрации, которые вы видели выше, но и многие другие, которые предназначались для ранних версий этого документа, а также те, которые не использовались. Во-вторых, профессору John Lyman, Mr Leon Polland, Dr R. C. Anderson, Professor Eugene Ferguson и впоследствии Mr Dexter L. Dennis, кто безгранично делился своими знаниями с нами. Мы хотим подтвердить помощь: Dr Flenning Henningsen, Mr Hans Jeppesen, and Captain J. Teisen, R.D.N., в Дании; Dr Jurgen Meyer в Германии; Mr Bo Johansson, Commodore (E) Gunnar Schoerner, R.Sw.N., and Mr Goran Sundstrom в Швеции; Mr B. C. W. Lap, Mr J. F. van Dulm, Mr H. Hazelhoff-Roelfzema, and Mr van den Bergen в Голландии; Dr Duncan Innes and Dr Gordon Wilson в Канаде; Mr A. S. E. Browning, Mr J. D. Storer, and Lieut-Commander M. G. Scott, R.N.R., в Шотландии; Mr Basil Bathe, Lieutenant C. G. Best, R.N., Lieut-Commander Peter DuCane, Lieutenant (E) P. A. Hodges, R.N., Mr R. J. Law, Mr W. Salisbury, and Lieut-Commander A. H. Waite, R.N.R., в Англии; Mr William A. Baker, Mr M. V. Brewington, Mr Joseph Bruzek, Mr Robert H. Burgess, Mr H. A. Calahan, Colonel H. I. Chapelle, Mr Ernest Dodge, Mr Harry Dring, Mr John L. Lochhead, Mr Andrew Neddall, Mr Erik Ronnberg, Mr Henry Rusk, and Mr Giles Tod в США. В том числе мы благодарны капитанам «Foudroyant», «Constitution», «Unicorn» and «Victory», Голландскому и Датскому адмиралтействам, и администрациям Национального Морского Музея, Музея Науки, Музея Морской академии США, музея Altonaer, Orlogsmuseet (Копенгаген), Handels og Sofarts-museet (Эльсинор), Nederlands Historisch Scheepvaart Museum (Амстердам), Maritime Museum 'Prins Hendrik' (Роттердам), Bygdoynes Museum (Осло), Sjhistorika Museet (Стокгольм), Royal Scottish Museum (Эдинбург), Art Gallery and Museum (Глазго), Морской музей Сан-Франциско, State Maritime Park (Сан-Франциско), The Mariners Museum, Newport News, Peabody Museum (Салем), и Комитету реставрации судна «Constellation».

#### Ссылки

- 1 Максимальный угол отклонения руля, достижимый с использованием колдерштока был менее 10°. Дж. Д. Сторер из Шотландского королевского музея сообщил нам, что руль на модели «*D'Bataviase Eeuw*», 1719 г. перемещался колдерштоком на 4°. Коммодор Гюнар Шоернер сказал нам в 1970, что, хотя у него не было возможности полностью исследовать это на «*Wasa*», он сомневается, что руль мог отклоняться больше чем на «4-5°». См. Также: H. Winter, *Die Yacht* Nr. 18 (1937), и *Der Hollndische Zmidecker von 1600-1670*, Rostock (1969) 26.
- 2 Проблемы такого вида решаются на компьютере, но решение методом проб и ошибок тоже эффективно.
- 3 D. Steel, *Elements of Mastmaking, Saimaking and Rigging*, London (1794), Reprinted (1932), 91, 198, 244, 256.
- 4 J. C. Rijk, *Handleiding tot de Kennis van den Scheepsbouw*. Rotterdam (1822), 191-193.
- 5 P. LeCompte, *Praktikale Zeevaartknde en Theoretische Kennis voor Handel en Scheepvaart*. Amsterdam (1842), 152 and Figs 555-558.
- 6 G. P. J. Mossel, *Het Tuig, de Masten, Zeilen, eng., van het Schip*. Amsterdam (1858) 237-238. and *Handleiding tot de Kennis van het Schip*. Amsterdam (1859), 246—247. Figs 206, 209, 210.
- 7 R. and R. C. Anderson, *The Sailing Ship*, New York (1947). 140,156, 168-169.
- 8 Sir Alan Moore, 'Rig in Northern Europe', *The Mariner's Mirror*, 42 (1956) 16.
- 9 Alan Villiers, *Give Me a Ship to Sail*, New York (1958), 298. «Блинд был столь хорош для маневрирования судна, что я хорошо понимаю, почему он просуществовал столетиями. Наш блинд (на копии «*Mayflower*») поворачивал нос судна гораздо эффективнее чем все паруса бушприта.»
- 10 J. P. L. Groeneijk, *De Besturing van het Schip*, Amsterdam (1848), 50.
- 11 R. Hoeckel, *Schiffnisse gur Schiffbaugeschichte*, I, Magdeburg (1956).
- 12 E. S. Ferguson, 'The Origins of the Steam Engine', *Scientific American*, 210 (1964), 98 Профессор Фергюсон, который специально интересуется историей кинематики, изучающей как одна часть машины, движется относительно другой, дал нам очень полезный совет при подготовке этой статьи.
- 13 L. T. C. Rolt, *Thomas Newcomen: The Prehistory of the Steam Engine*, London (1963), 50.
- 14 Когда Джеймс Уатт изобрел двигатель двойного действия, он должен был придумать соединение, которое могло и тянуть, и толкать. Оригинальным и очень элегантным результатом стал названный в честь него «механизм Уатта», показанный в двух формах, Рис.9 и Рис.20.
- 15 Личная беседа, Mr Law, Assistant Keeper, Department of Technology at the Science Museum, is President of the Newcomen Society.
- 16 Иллюстрация двигателя Ньюкомена, построенная Мартином Тривальдом в Даннеморе (Швеция), которая была приведена в статье профессора Фергюсона (п.12 выше), показывает каким впечатляющим был этот двигатель.
- 17 Venturus Mandley and James Moxon, *Mechanick Powers: or the Mystery of Nature and Art Unvail'd*, London (1696). Моксон опубликовал трактат Томаса Севери (другого изобретателя паровой машины), *Navigation Improv'd or the Art of Rowing Ships of all Rates in Calms* (1698), план управляемых кабезаном колес с лопастями. Однако, м-р Лоу считал маловероятным, что Ньюкомен имел любые контакты с Моксоном, Севери или Папенем.
- 18 R. C. Anderson, Article 'The Ship', "Encyclopedia Britannca 20, Chicago (1957) 511.
- 19 Д-р Андерсон позднее сообщил нам, что он имел в виду механизм Гоберта, установленный в феврале 1709 г. на «*Le Saint Michel*» ('un tour actionant le gouvernail'), и последовавшее в том же году решение об использовании

- штурвала на французском военном флоте.
- 20 de Bonnefoux and Paris, Dictionnaire de Marine: Marine a Vapeur, 2nd edition, Paris (no date), 524.
- 21 P. Hedderwick, Marine Architecture, Edinburgh (1830), 323-4.
- 22 P. W. Hourigan, Manual of Seamanship, Baltimore (1903), 104.
- 23 F. H. af Chapman, Architectura Navalis Mercatoria, Stockholm (1768).
- 24 H. I. Chapelle, History of the American Sailing Navy, New York (1949).
- 25 Наш интерес к рулевому механизму был вызван запросом от командера Вилльямса (Commander C. Fl. Williams) о механизме такого типа, Mariner's Mirror, 51 (1965) 83, 262-4, 366. Нам неизвестны английские примеры, но мы знаем о двух моделях в Гамбурге, и по одной в Амстердаме и Стокгольме. Мы не можем привести дату их изготовления. Мы очень сомневаемся в датировке модели «Rising States», 1795 г., которую можно увидеть в Peabody Museum (Салем), хотя она отнесена к первой половине XIX века. Эрик Роннберг, помощник куратора Whaling Museum, Нью-Бедфорд, уверен что она сделана позднее 1840 г..
- 26 Emil G. Bai, Fall! Fall! Fall! överall, Garstedt (1969) 68, утверждает, что северогерманские китобои использовали только румпель до 1880 г., а затем приняли штурвал под влиянием американцев.
- 27 Preserved by the Marine Historical Association, Mystic, Conn.
- 28 Patents of Inventions. Abridgments of Specifications relating to Steering and Manoeuvring Vessels A.D. 1763-1866, London (1875).
- 29 Изобретатель предупредил, что аппарат должен быть «защищен от влаги и дождя», на что ЛеКот замечает, что это «не всегда возможно на борту судна».
- 30 Две прекрасные учебные модели золотника Рапсона выставлены в Научном музее, Южный Кенсингтон.
- 31 Commander Peter DuCane, High-speed Small Craft, London (1950), 129. Телескопический румпель был разработан для швертботов Г. Эммануэлем (H. Emanuel) в 1885 г..
- 32 Catalogue of Naval and Marine Engineering Collection (Science Museum), London (1899), 270,273.
- 33 Тянуть приходится под все более и более неблагоприятным углом.
- 34 Mariner's Mirror, 53 (1967) 378.
- 35 H. A. Underhill, Masting and Rigging, Glasgow (1946), 183.
- 36 In Orlogsmuseet, Copenhagen, Baudin refers to the drum as 'un cabestan horizontal'; Coste as 'un treuil horizontal'.
- 37 Foudroyant's wheel is also claimed as original: Ships Monthly 6 (1971), 34. Рулевой индикатор «Unicorn» похож на описываемый Баудином (Baudin) в «Manuel du jeune Marin», Тулон (1828).
- 38 Rear-Admiral Brooking, Certain Plans and Suggestions for the Improvement of the Rudder, Stern-post and Steering Wheel, Plymouth (1826), 33. Это может быть идентично железному румпелю на модели кормы 74-пушечного корабля, пожертвованного Science Museum сэром Робертом Сеппингсом (Sir Robert Seppings) (Catalogue of Naval Models (1869), 201).
- 39 Бюро морской истории голландского флота проинформировало нас о деталях карьеры капитана Весселинка.
- 40 На другой стороне главного входа в Nederlands Historisch Scheepvaart Museum, Амстердам, находятся штурвалы с голландских военных кораблей столетней давности. Один барабан — металлический вариант барабана «Najaden», Хальмстад: другой показан на Рис. 18, и загадка в том, как он мог функционировать в качестве дифференциального барабана с цепями, прикрепленными к его концам.
- 41 Бо Йохансон (Bo Johansson), один из членов Society Swedish, помог нам добраться из Мальмё в Хальмстад, где мы смогли исследовать рулевой механизм «Najaden», «городского корабля» Хальмстада.
- 42 J. Peake, Rudimentary Treatise on Shipbuilding, London (1867), 198, 294-6. Его инструкции по определению точной позиции немного запутанны и его диаграммы противоречат сами себе. Задняя пара блоков размещается на дуге, описываемой концом румпеля, на 1/3 длины румпеля от его конца. Передняя пара блоков — на 1/12 длины румпеля с расстоянием между ними — 1-2 расстояния между задними блоками.
- 43 R. W. Meade, Naval Architecture and Shipbuilding, Philadelphia (1869), 404, 406, 407. Он упоминает 9 оборотов для больших судов.
- 44 E. H. Knight, American Mechanical Dictionary, London (1883), 2371.
- 45 Его чертежи основаны на учебных бригах Королевского Флота. Что странно, упущены вертлюжные блоки за штурвалом, как упомянуто у Стила. Тросы показаны бегущими напрямую с барабана к бортам судна. Если Т=эффективная длина румпеля, то координаты блоков следующие: Передняя пара: 0-2Т вперед от конца румпеля и 1-8Т - в сторону. Задняя пара: 0-54Т — в сторону кормы от конца трумпеля и 1-25Т — в сторону.
- 46 R. Kipping, Masting, Mastmaking and Rigging, London (1868), 88, refers to a 'spring-block', the invention of Hopkinson of Philadelphia, intended for 'sheets and dead-eyes'. A patent had been issued in 1824 for helical springs used for shrouds, stays, etc.
- 47 Следует помнить, что несмотря на относительно высокую силу червячно-шатунного механизма, всегда существовала опасность нагрузки на перо руля в плохую погоду. Иллюстрация на Рис.8 из Р. A. van Rees and P. M. Brutel de la Riviere. Memorandum voor den Jeugdigen Zeeofficier, Nieuwediep (1839), 182, 417.
- 48 E. S. Ferguson, Kinematics of Mechanisms from the Time of Watt, Washington D.C. (1962), 198.
- 49 В Art Gallery and Museum, Глазго. Эта модель рулевого механизма не совсем реальна: с обрубленным деревянным румпелем и вынесенными далеко вперед ведущими блоками. Вкладка в палубе вокруг штурвала — явно последующее «улучшение» оригинальной модели. Штуртросы были перекручены как показано, когда мы видели эту модель в 1969 г., но весьма очевидно, что создатель этой модели предполагал показать штурвал прямого действия. «Confiance» заканчивалась в большой спешке. Традиционно она была спущена в озеро Шамплейн прямо с плотниками и такелажниками на борту. Плоский румпель более достоверен. See C. S. Forester, The Naval War of 1812, London (1957), 210-216.
- 50 В Maritime Museum, Bygdoynes, Осло.
- 51 Эта модель была в собственности Samuel L. Lowe из Бостона, когда мы обследовали ее. Вновь одна из цепей была перекручена. По нашему описанию John Lyman предположил, что она возможно является моделью брига

- построенного в Абердене в 1814 г., который последовательно назывался «Fru Marthe», затем «Thora» и с 1833 г. до его исчезновения «Walborg».
- 52 «Центральный виток прибивается к брабану и маркируется, чтобы рулевой мог быстро оценить положение руля.» W. Falconer, *Universal Dictionary of the Marine*, London (1815), 192.
- 53 Любопытно, что большинство автомобилей имеют 4 или 5 полных оборотов рулевого колеса. И это кажется «почти правильным».
- 54 Сегодня, за исключением специализированных судов, 33° — максимально достижимая величина на практике. В XVIII и XIX веках было много исследований на тему оптимального угла.
- 55 A. H. Bugler, *H.M.S. Victory. Building, Restoration and Repair*, London (1966), S3-4 and Plate 23.
- 56 S. V. Luce, *Seamanship*, 4th edition, New York (1902), 429. Modern reprint (1950).
- 57 G. S. Nares, *Seamanship*, 7th edition, Portsmouth (1897), 29.
- 58 M. V. Brewington and H. A. Calahan привели нам примеры малых судов с «рулевым румпелем» в отличие от «рулевого колеса». Джон Лиман (John Lyman) сослался на пароход, использующие рулевой механизм непрямого действия «Forest and Stream», 9 October 1884, 216.
- 59 H. Paasch, *From Keel to Truck*, Antwerp (1885).
- 60 Нарисовано для нас Хансом Йеппесеном (Hans Jeppesen), датским членом S.N.R.
- 61 Jens Kusk Jensen, *Haandbog i Praktisk Somandsskab*, 4th edition, Nivaa (1924), 323.
- 62 Сохранившаяся в Maritime State Park, Сан-Франциско.
- 63 C. W. Hawkins, 'The New Zealand Scow', *The Mariner's Mirror*, 51 (1965), 221.
- 64 Todd and Whall, *Practical Seamanship*, London (1903), 22—3. Мы не нашли этому подтверждения. Путаница может быть вызвана тем, что «некоторые иностранцы» в это время уже использовали «прямую систему рулевых команд, непохожую на традиционную, но противоположную корабельной системе Британии, просуществовавшей до 1929».
- 65 Механизм Кейт Тилгман (Kate H. Tilghman). Рисунок основан на фотографии любезно предоставленной нам Робертом Бюргессом (Robert Burgess), Newport News, Va.
- 66 См. также A. T. Stewart, 'The Way of a Ship', *The Blue Peter*, March 1930, 173.
- 67 Памятная модель «D' Bataviase Eeuw» 1719 г., не представлявшая собой конкретное судно, имела штурвал до 1939 г., который после реставрации был заменен колдерштоком.
- 68 Основываясь на фотографии A.8124. д-р Андерсон предположил, что это может быть 1705 г.