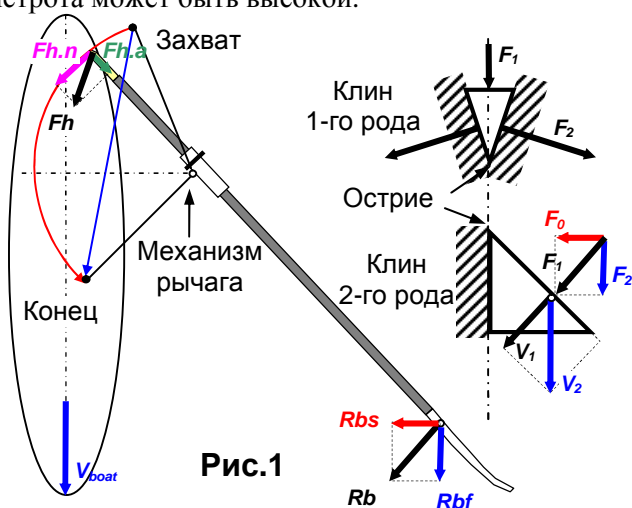


## Скорость и быстрота в гребле

В английском языке существуют два слова, обозначающие скорость: *velocity* и *speed*. Поэтому мы будем называть «скоростью» лишь первое понятие, а второе назовем «быстрота». Быстрота (*speed*) определяет, как быстро движется объект и имеет лишь величину, но не направление – это скалярная величина. Скорость (*velocity*) – есть отношение изменения положения объекта ко времени, и это – вектор, который объединяет величину (быстроту) и направление. С мгновенной скоростью все просто – ее величина равна быстроте в каждый момент. То же – со средней скоростью при постоянном линейном движении: она равна средней быстроте. Однако, при криволинейном движении, все становится сложнее. Средняя быстрота равна среднему ее мгновенных значений, или пройденному пути деленному на время. Средняя скорость – отношение перемещения объекта ко времени. При криволинейном движении, перемещение всегда короче, чем путь, так что средняя скорость всегда меньше, чем средняя быстрота. При возвратном движении, когда объект возвращается на стартовую позицию, его перемещение и средняя скорость равны нулю, хотя объект мог пройти длинный путь и средняя быстрота может быть высокой.



**Рис.1**

Рис.1 иллюстрирует различия между скоростью и быстротой движения рукоятки весла. От захвата до конца проводки, рукоятка проходит 1,71м (длина дуги у середины рукоятки при угле 114° и внутреннем рычаге 0,88м), но перемещение между этими двумя точками составляет лишь 1,44м, или на 16% короче. Такая же пропорция между средней быстротой (1,90м/с при 0,9с времени проводки) и скоростью (1,60м/с). Если скорость рукоятки усреднить за цикл гребка, то она равна нулю, поскольку рукоятка возвращается в то же положение относительно лодки. Однако, средняя быстрота рукоятки за цикл не равна нулю (здесь - 2,05м/с при 36 гр/мин).

**Результат в гребле определяется средней скоростью лодки, но не средней ее быстротой:** лодка должна прибыть из точки А Старт в точку В Финиш за кратчайшее возможное время, т.е., мы заинтересованы в перемещении лодки между этими двумя точками, а длина пройденного пути – не учитывается. Поэтому, эффективное руление – это часть результата в гребле и

должно обеспечить наиболее прямой из возможных путей, что бывает непросто при гонках гандикапом на извилистых реках.

Мощность прикладываемая гребцом – основной фактор скорости лодки. Одним из компонентов мощности является именно скорость, а не быстрота, поскольку важно направление движения относительно направления силы. Поэтому, мощность  $P$  является скалярным произведением двух векторов: вектора силы  $F$  и вектора скорости  $v$ :

$$P = F v \cos(\alpha) \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол между этими двумя векторами. Когда сила прикладывается перпендикулярно к скорости, мощность равна нулю, поскольку  $\cos(90^\circ)=0$ . Например, осевая сила  $Fh.a$  (Рис.1) на рукоятке весла не производит мощности, поскольку она перпендикулярна мгновенной скорости рукоятки по определению. Лишь нормальная сила на рукоятке  $Fh.n$  производит мощность.

Скорость и быстрота может быть легко преобразована с помощью такого простого рычажного механизма, как весло. Отношение скоростей на входе (рукоятке)  $V_{in}$  и на выходе (на лопастях)  $V_{out}$  обратно пропорционально отношению соответствующих сил и определяет передаточное отношение  $G$ :

$$V_{out} / V_{in} = F_{in} / F_{out} = G \quad (2)$$

Подобный эффект достигается, когда сила прикладывается к под углом к скорости. Это определяет другой простой механизм – клин, который также конвертирует скорость и силу (Рис.1): 1) когда сила  $F_1$  направлена к острию – он увеличивает силу  $F_2$  на сторонах (используется при колке дров), 2) когда сила  $F_1$  прикладывается к сторонам – сила на выходе  $F_2$  меньше, но скорость в этом направлении  $V_2$  пропорционально выше. Компонент силы реакции на лопасти  $Rbs$ , перпендикулярный скорости лодки, рассматривался, как потеря энергии, что много лет было одним из «мифов» биомеханики гребли: «приложение усилий при острых углах в захвате – неэффективно». На самом деле, боковая сила производит нулевую мощность, поскольку она перпендикулярна скорости лодки, поэтому потери энергии равны нулю. Острые углы захвата работают, как клин 2-го рода и делают передаточное отношение весла тяжелее (НБГ 2006/06). Это значит, что продвигающая сила  $Rbf$  меньше, чем общая сила реакции на лопасти  $Rb$ , но она прикладывается при скорости лодки  $V_{boat}$ , которая пропорционально выше, чем скорость лопасти, так что продвигающая мощность – та же самая (потери - лишь на трение, которое невелико). Аналогичные примеры можно найти в природе, что поможет пониманию этого феномена:

- Конькобежец толкается коньком в сторону, а движется вперед, и намного быстрее, чем бегун, который толкает землю прямо назад;
- Парусная яхта движется намного быстрее при боковом ветре, чем при попутном;
- Лук тянет тетиву в стороны, а стрела летит вперед намного быстрее.

**Общее передаточное отношение весла – переменна на протяжении проводки, поскольку оно есть сумма эффектов рычага и клина. Оно должно быть оптимальным для каждого гребца.** (НБГ 2007/03): более «тяжелая передача» помогает быстрее увеличить усилие в захвате, но может снизить скорость рукоятки и темп гребли, и наоборот.