

### Сила и мощность в гребле

Тренеры и гребцы часто путают термины «сила» и «мощность» и говорят «кривая мощности» вместо «кривая силы». Также, они говорят «мощные гребки» подразумевая упражнение с максимальными усилиями в низком темпе, часто с гидротормозом. Фактически, мощность в таком упражнении не велика из-за низкой скорости и темпа. Было бы полезно освежить основы и способствовать использованию правильной биомеханической терминологии.

Сила – векторная величина, что означает она имеет величину и направление. Сила  $F$  заставляет свободный объект массой  $m$  менять скорость, т.е. вызывает ускорение  $a$ , что описывается вторым законом Ньютона:

$$F = m a \quad (1)$$

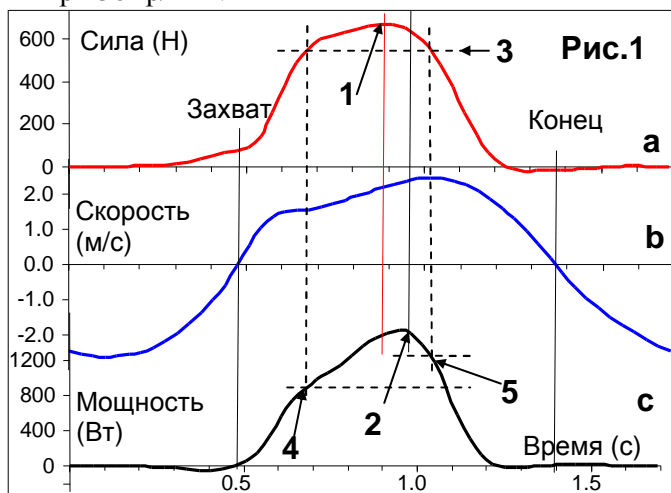
Единица силы – Ньютон (Н) = кг м/с<sup>2</sup>, что значит 1Н силы меняет скорость 1кг объекта на 1м/с за 1с.

Мощность – скалярная величина, что значит она имеет лишь величину, но не направление. Мощность – есть скорость передачи энергии за единицу времени. В механике, энергия обычно означает работу, которая есть произведение силы приложенной на расстоянии:

$$P = W / T = F L / T = F v \quad (2)$$

Где  $v$  – скорость движения объекта. Единица мощности – Ватт (W) = J/s = kg m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>, где Джоуль J = N m – единица энергии и работы. Энергия не может создаваться из ничего и исчезать в никуда, что утверждается основополагающим законом сохранения энергии. Поэтому, энергия может лишь трансформироваться из одной формы в другую, но ее количество сохраняется. В гребле, метаболическая энергия гребца трансформируется в механическую работу (и тепло тела), затем в кинетическую энергию движения системы лодка-гребец, и наконец, в тепло рассеяное сопротивлением воды. Напротив, величина силы может быть легко изменена таким простым рычажным механизмом, как весло.

Как сила и мощность соотносятся в гребле? Рис.1 показывает силу на рукоятке, ее скорость и мощность в М1х при 36 гр/мин.



Кривые силы (а) и мощность (с) выглядят различно: первая более прямоугольная и пик у нее раньше (1), кривая мощности более похожа на треугольник с поздним пиком (2). Поскольку скорость рукоятки (b) возрастает более чем в два раза от захвата к концу, при одинаковых усилиях (3) мощность в захвате ниже (4), чем мощность в конце (5), так что одинаковая сила в захвате «стоит» меньше энергии, чем в конце. Если сила

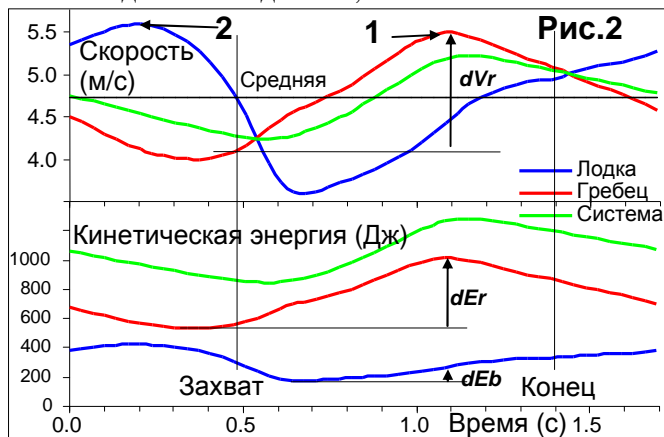
$F$  действует на свободную массу  $m$  в течение времени  $T$ , она создает импульс или количество движения  $J$ :

$$J = F T = m v \quad (3)$$

где  $v$  – конечная скорость объекта. Также, сила  $F$  приложенная на скорости  $v$  создает мощность  $P$  и увеличивает кинетическую энергию  $E_k$  объекта.

$$E_k = 0.5 m v^2 = W = P T = F L \text{ (упрощенно)} \quad (4)$$

В гребле имеется взаимодействие двух объектов с различными массами, где масса лодки в 5-8 раз меньше массы гребца. Фактически, эта разница меньше, поскольку некоторые части тела гребца (стопы и частично голени и бедра) соединены с лодкой и движутся вместе с ней. Мы оцениваем активную массу гребца порядка 88% от общей, а остальные 12% присоединены к активной массе лодки, что дает диапазон соотношений 1:3-4. Рис.2 показывает скорости лодки и центров масс (ЦМ) гребца и всей системы, а также кинетические энергии этих масс для тех же данных, что и на Рис.1:



На проводке, скорость ЦМ гребца (1) возрастает намного значительно, чем скорость лодки, которая растет в основном на подготовке и имеет пик перед захватом (2). Поскольку гребец также тяжелее, его масса аккумулирует в 7 раз больше кинетической энергии ( $dEr=478$  Дж), чем масса лодки ( $dEb=69$  Дж). Затем, в конце проводки и на подготовке, импульс и кинетическая энергия передается от массы гребца на лодку и тратится на преодоления силы сопротивления. Поэтому, **количество импульса и кинетической энергии аккумулированной массой гребца является главной определяющей средней скорости лодки и результата в гребле.** На самом деле, нет ничего нового в этом заключении. Великий тренер и основоположник современного стиля гребли **Стив Фэйрбэрн** сказал более ста лет назад: **«Найдите способ использовать свой вес и вы решите проблему, как двигать лодку».**

Лишь сила на подножке толкает гребца вперед, а сила на рукоятке тянет его назад. Поэтому, **усилие на подножке должно быть акцентировано на проводке, а сила на рукоятке лишь обеспечивает опору через цепочку весло – уключину – отвод – подножка.** Конечно, при этом лопасть должна быть иметь хорошую опору в воде.