

Передающее отношение в гребле

Стандартное определение передающего отношения (ПО) любого механизма – отношение скоростей на выходе и на входе. Более высокое, тяжелое ПО, скажем, в велосипеде или автомобиле, означает более высокую скорость движения при низкой скорости вращения двигателя, но меньшую продвигающую силу. И наоборот. В гребле, общее ПО определено, как отношение скорости лодки V_{boat} относительно воды к скорости гребца V_{row} относительно лодки (Рис.1).

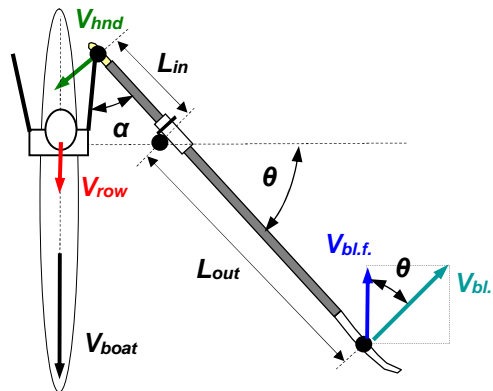


Рис.1

Общее ПО можно определить, как произведение следующих четырех факторов:

1. Статическое ПО – есть отношение действующего внешнего рычага весла L_{out} к внутреннему L_{in} (НБГ 2006/11). Этот фактор определяет соотношение скоростей на лопасти V_{bl} и рукоятке весла V_{hnd} , и находится в пределах от 2,0 в мелких лодках до 2,3 в крупных. Однако, направление и величина скорости лопасти отличается от скорости лодки, что определяется следующими факторами.

2. Сплывание весла в воде увеличивает скорость лопасти V_{bl} и рукоятки V_{hnd} при данной скорости лодки, поэтому, оно делает ПО легче, но снижает КПД лопасти (НБГ 2007/12, 2012/06). Поскольку КПД лопасти находится в пределах 70-90%, этот фактор делает ПО примерно на столько же легче. Увеличение лопасти и ее более глубокое погружение уменьшает сплывание и делает ПО тяжелее для гребца, но может увеличить КПД лопасти.

3. ПО угла весла определяется разницей между общей скоростью лопасти V_{bl} и ее продольным компонентом $V_{bl.f}$, ($=1/\cos(\text{угла весла } \theta)$, НБГ 2007/03). Это делает ПО тяжелее на переменный фактор, который меняется на проводке от 3 при угле захвата 70° до нуля при перпендикулярном положении весла, затем вновь увеличивается к концу проводки.

4. ПО выноса. Крупные сегменты тела гребца, ноги и туловище обычно двигаются параллельно лодке, но движение рукоятки криволинейно. Поэтому, ее скорость V_{hnd} выше, чем скорость плеч гребца V_{row} , что означает более тяжелое ПО (на 13,3% при угле захвата 60°). Вектор силы от ног и туловища передается на рукоятку под углом к оси весла α (НБГ 2012/08), который меняется на протяжении проводки и зависит от выноса уключины (НБГ 2006/12), который ранее использовался для определения ПО.

Поскольку общее ПО – есть произведение всех четырех факторов выше, оно изменяется от 6-7 в захвате до 1,7-2 в середине проводки, затем снова растет до 3-4 в конце. Лишь первый фактор ПО зафиксирован в размерах весла, факторы сплывания весла и выноса частично фиксированы в размере лопасти и настройке лодки, но также имеют переменные компоненты, зависящие от работы весла в воде (глубже-мельче) и углов весла. Третий фактор полностью зависит от техники гребли (длины гребка – углов весла). Поэтому, **гребцы име-**

ют ограниченную возможность изменять передающее отношение с помощью вариации длины гребка: укороченный гребок делает передачу легче, что используется на старте и финише гонки для быстрого ускорения, более длинный гребок – тяжелее и используется для крейсерского хода в середине гонки.

При данной скорости лодки, ПО влияет на среднюю скорость рукоятки, следовательно, и на время проводки и темп гребли. Например, легкая передача делает проводку быстрее и темп гребли выше, без необходимости менять ритм – «рвать на подготовке». Наиболее важные практические вопросы: как измерять действующее ПО и как найти ее оптимальное значение?

Простейший практический метод – степ тест (1), в котором определяется максимальный темп гребли, достигнутый без значительного изменения длины гребка и ритма. Необходимо контролировать длину гребка в этом тесте, поскольку короткий гребок влияет на темп вдвойне: он делает ПО легче и снижает время проводки напрямую. Основной вопрос в этом тесте: какой должен быть «оптимальный» темп гребли для данной команды?

Нет сомнений, что основным критерием оптимизации ПО должна быть максимизация скорости гребли, которая прямо пропорциональна ее мощности. Максимальная мощность мышечного сокращения определяется законом Хилла (НБГ 2007/09), которые дает ее на уровне примерно одной трети от максимальной скорости ненагруженного сокращения и одной трети от максимальной статической силы. При попытке построить оптимизационную модель основанную на это законе, придется добавить много других факторов, таких как: 5) углы в суставах: острый угол в колене делает сокращение четырехглавых мышц медленнее и передачу для них тяжелее; 6) координация мышечных групп: стиль гребли с одновременным включением ног и туловища делает сокращение мышц медленнее и «передачу» тяжелее, в сравнении с последовательным стилем (Возможно упростить модель, если стиль гребли принять константой). 7) индивидуальная специфика мышц (быстрые-медленные волокна) и спортсменов, что потребует продолжительного тестирования в диапазоне скоростей.

8) следует учесть фактор выносливости (НБГ 2012/01): высокий темп при легком ПО позволяет увеличить мощность и скорость, но он не может поддерживаться длительное время. Также, 9) инерционные потери растут с темпом гребли (НБГ 2010/05), так что «42-44 гр/мин могут быть инерционным пределом темпа гребли». Поэтому, точная индивидуализированная модель ПО - достаточно сложна, и никогда не была воплощена, по нашим сведениям.

Наши упрощенная модель учитывает факторы 1-4 выше и соотносит их с темпом гребли и мощностью/скоростью для поддержания постоянной средней скорости рукоятки (2, НБГ 2010/01). Эта модель может быть полезна для настройки лодки в различных условиях, скажем для другого типа лодки/скорости и темпа гребли. Имея датчики, можно использовать фактор HDF (НБГ 2011/01,06) для оценки общей «тяжести» гребли, связанной с ПО. Напр., **гребля в пол-подъезда в одиночке снижает HDF со 110 до 90, что аналогично укорочению длины весла на 15см при постоянном внутреннем рычаге.**

Ссылки

1. O'Neil, T. 2014. *Oarsport Rigging Guide*.
2. Kleshnev V. 2010. *Boat Speed and Rigging Chart*