

Вопросы и ответы

На различных гребных форумах проходят оживленные дискуссии о том, какой коэффициент сопротивления (DF , Drag Factor) лучше устанавливать на эргометре, а также о различиях и сходствах гребли на новом динамическом эргометре (DIR, Dynamic Indoor Rower) и на традиционном стационарном (STAT). Чтобы выполнить объективный анализ условий гребли и ощущений гребца, мы ввели концепцию «коэффициента сопротивления на рукоятке» (HDF , Handle Drag Factor), который может быть рассчитан аналогично таковому для лодки:

$$HDF = P / V_{h.av}^3 = P / (L / T_d)^3 \quad (1)$$

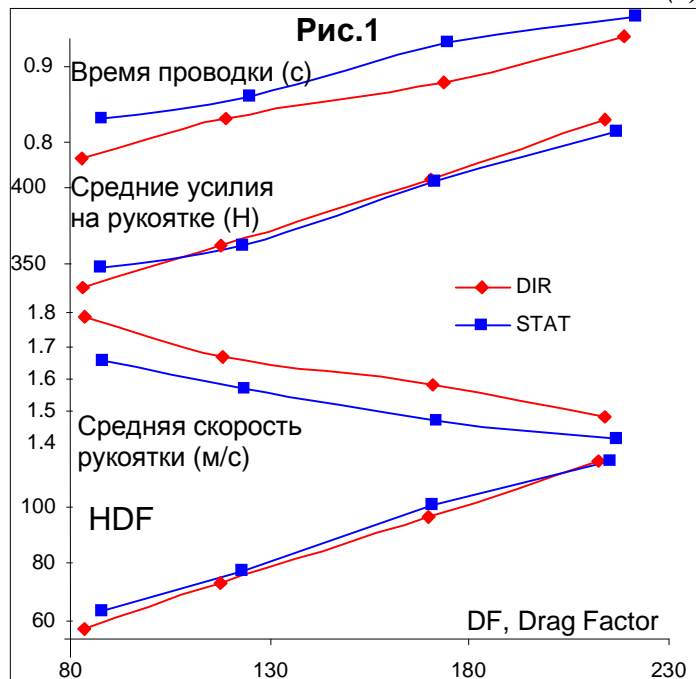
где P – мощность гребли, $V_{h.av}$ – средняя скорость рукоятки на проводке, которая равна длине гребка L деленной на время проводки T_d .

Для анализа мы использовали данные предыдущих измерений в лодке и на различных типах эргометров (НБГ 2010/10). Также, были проведены дополнительные измерения на динамическом и стационарном эргометрах с различными установками DF . Четыре отрезка по 1 мин были записаны с заслонкой, установленной в положения 1, 4, 7 и 10 и DF был взят с монитора эргометра. Была поставлена задача поддерживать средний гоночный темп гребли и усилия.

При возрастании DF , время проводки возрастает на обоих эргометрах, приложение усилий растет, и средняя скорость рукоятки снижается (Рис.1, Приложение 1.). Однако, время проводки было короче и скорость рукоятки выше на динамическом эргометре, чем на статическом при всех величинах DF . Очень высокая корреляция ($r=0,998$) была обнаружена между рассчитанным HDF и DF взятым с монитора эргометра, что подтвердило валидность метода и позволило рассчитать уравнения:

$$DF = 2.34 * HDF - 51.0 \quad \text{на DIR} \quad (2)$$

$$DF = 2.48 * HDF - 69.1 \quad \text{на STAT} \quad (3)$$



В среднем, HDF был на 5% ниже на DIR, чем на статическом эргометре при примерно тех же установках DF , что можно объяснить меньшей инерцией гребца.

Чтобы сравнить механические условия гребли на обоих эргометрах с таковыми на воде, мы определили DF , которые соответствуют гребле в различных классах лодок (Табл.1), используя следующий метод. Гоночное время было определено и скорость лодки рассчитана для шести мужских классов, как среднее время победителей на чемпионатах мира и Олимпиадах за 1993-2009 гг. Это соответствует гребле в некоторых средних условиях, а на при сильном попутном ветре, при котором достигаются лучшие мировые скорости. Величины рычагов весла были взяты из результатов обмеров на мировых регатах (НБГ 2006/11) и передаточное отношение G было рассчитано на основе действующих рычагов. Максимальная скорость лопасти относительно лодки $Vb.max$ была рассчитана, как сумма скорости лодки и сплывания лопасти при перпендикулярном положении весла (НБГ 2007/12). Величины сплывания были выше в распашной гребле, чем в парной, что отражает большую суммарную площадь лопастей и более высокий их КПД в парной гребле (НБГ 2010/08). Максимальная скорость рукоятки $Vh.max$ была получена, как:

$$Vh.max = Vb.max * G \quad (4)$$

Для получения средней скорости рукоятки $Vh.av$ на проводке мы определили ее отношение R к $Vh.max$ используя нашу базу данных ($n=5522$) и нашли, что она имеет очень низкую вариацию ($R = 0.67 \pm 0.03$). Поэтому:

$$Vh.av = 0.667 * Vh.max \quad (5)$$

Величина мощности гребли была взята 550 Вт, как средняя для всех типов лодок, что соответствует модели лучших времен мира (НБГ 2007/08). HDF был определен из уравнения 1, а затем соответствующие величины DF были определены для динамического и статического эргометров через уравнения 2 и 3. Наконец, установки заслонки S были определены через общую формулу:

$$S = 0.065 * DF - 4.32 \quad (6)$$

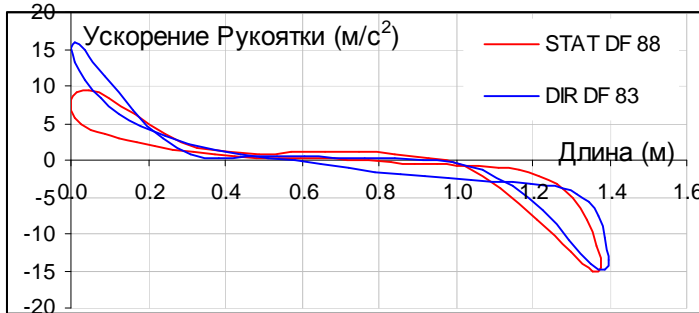
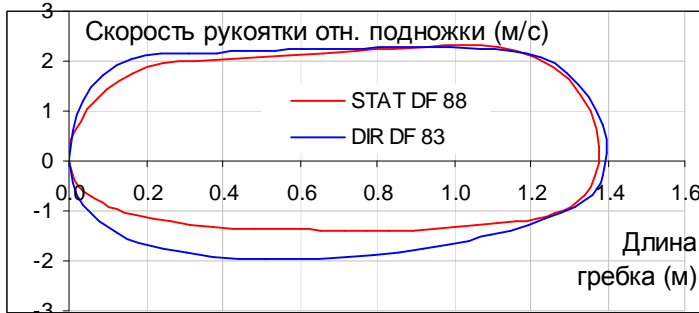
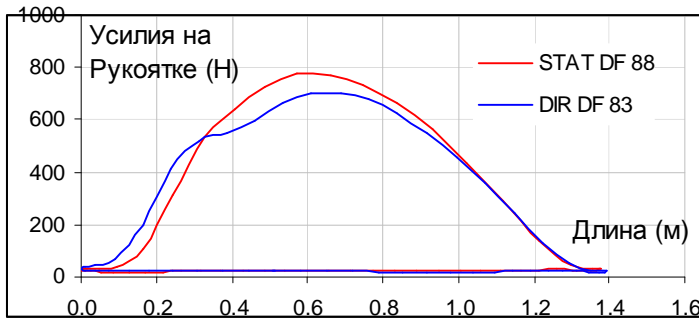
Табл. 1	1x	2x	4x	2-	4-	8+
Время гонки (м:с)	6:47.0	6:16.1	5:49.7	6:26.3	5:55.1	5:35.5
Скорость лодки(м/с)	4.91	5.32	5.72	5.18	5.63	5.96
Внутр.рычаг (м)	0.89	0.88	0.87	1.16	1.15	1.14
Длина весла (м)	2.89	2.90	2.91	3.75	3.76	3.77
Действ внутр.р.(м)	0.85	0.84	0.83	1.03	1.02	1.01
Действ внешн.р.(м)	1.76	1.78	1.80	2.30	2.32	2.34
Передаточн.отн G	2.06	2.11	2.16	2.23	2.27	2.31
Сплывание (м/с)	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.20
Vblade макс (м/с)	5.91	6.32	6.72	6.38	6.83	7.16
Vhand. макс (м/с)	2.86	2.99	3.11	2.86	3.01	3.10
Vh средн (m/s)	1.91	1.99	2.07	1.91	2.01	2.07
Мощность (Вт)	550	550	550	550	550	550
HDF	79	69	62	79	68	62
DF DIR	133	111	94	134	108	95
DF STAT	127	103	84	127	100	86
Заслонка DIR	4.4	2.9	1.8	4.4	2.7	1.9
Заслонка STAT	4.0	2.4	1.2	4.0	2.2	1.3

Заключение: Установка заслонки на статическом эргометре на 1 соответствует гребле в 8+ и 4x, а 2-2,5 – в 4- и 2x, на 4 – в 2- и 1x. На динамическом заслонка устанавливается на подделения больше. Сверяйте DF на мониторе с Табл.1 для большей точности.

Приложение 1.

Сравнение механических характеристик на статическом и динамическом эргометрах при различных установках коэффициента сопротивления DF

Низкий DF



Высокий DF

