

Тема 7

Локомоторные движения (окончание)

Биодинамика с опорой на воду (плавание)

Способы плавания основаны на взаимодействии пловца с водой, при котором создаются силы, продвигающие его в воде и удерживающие на ее поверхности. Взаимодействие возникает вследствие погружения в воду и активных движений пловца (рис. 1). Специфические особенности биодинамики плавания связаны с тем, что силы, тормозящие продвижение, значительны, переменны и действуют непрерывно. Постоянной же опоры для отталкивания вперед у пловца нет, она создается во время гребковых движений и остается переменной по величине.

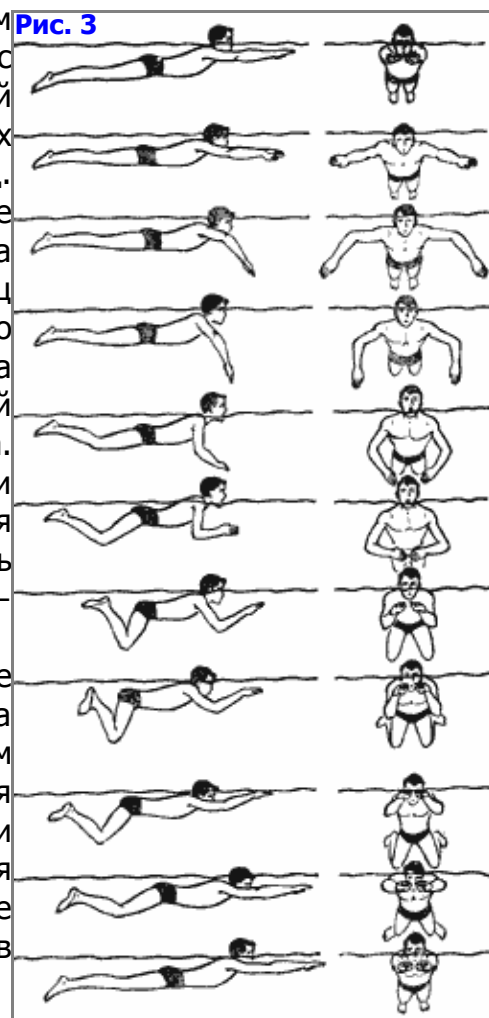


При всех гребковых движениях гребущие звенья движутся относительно остальных частей тела назад, а последние относительно гребущих звеньев – вперед. В начале гребкового движения спортсмен плывет по дистанции с некоторой начальной скоростью. Вследствие гребка туловище продвигается вперед со скоростью большей, чем начальная. Гребущие звенья движутся относительно туловища назад быстрее, чем относительно воды (рис. 2). Таким образом, механизм динамического взаимодействия пловца с водой основан на изменениях

сопротивления воды, обусловленных в первую очередь скоростью движения частей тела относительно воды.

Если рассмотреть технику плавания брассом (рис. 3), то из исходного положения для гребка согнутыми и разведенными ногами пловец делает сильный удар ногами назад, выпрямляя их в коленных суставах (фаза I). Руки в течение этой фазы вытянуты вперед. После окончания удара ногами происходит пассивное скольжение в воде при вытянутом положении тела (фаза Ia). Не допуская значительной потери скорости, пловец начинает разводить кисти рук в стороны, постепенно сгибая руки в локтевых суставах и опуская их вниз (фаза II). Фаза гребка руками завершается при наибольшей скорости продвижения кистей назад относительно тела. Друг за другом следуют гребковые движения ног (удар) и рук, вызывая дважды увеличение скорости передвижения тела вперед. В фазах I и II пловец стремится увеличить скорость, в фазе Ia, придавая обтекаемую форму телу, – меньше терять скорость.

С окончанием гребка руками начинается выведение их вперед со сгибанием в локтевых суставах (фаза III), а также сгибание ног. Это подготовка к гребковым движениям в следующем цикле. Движения начинаются медленно, чтобы не создавать значительной скорости движений навстречу потоку. Одновременно выполняются и подготовительные движения ног – сгибание и движение вперед. В следующей фазе (фаза IV) руки разгибаются в



локтевых суставах и вытягиваются вперед, а ноги завершают подтягивание вперед до полного сгибания в коленных суставах. В фазе III необходимо избегать резкого снижения скорости, а в фазе IV – как можно меньше терять ее.

Таким образом, из пяти фаз цикла только две – I и II – представляют собою последовательные гребки (ногами, а потом руками), при которых наращивается скорость. В остальные три фазы скорость снижается, причем IV и V одновременно подготавливают последующие гребковые движения в очередном цикле.

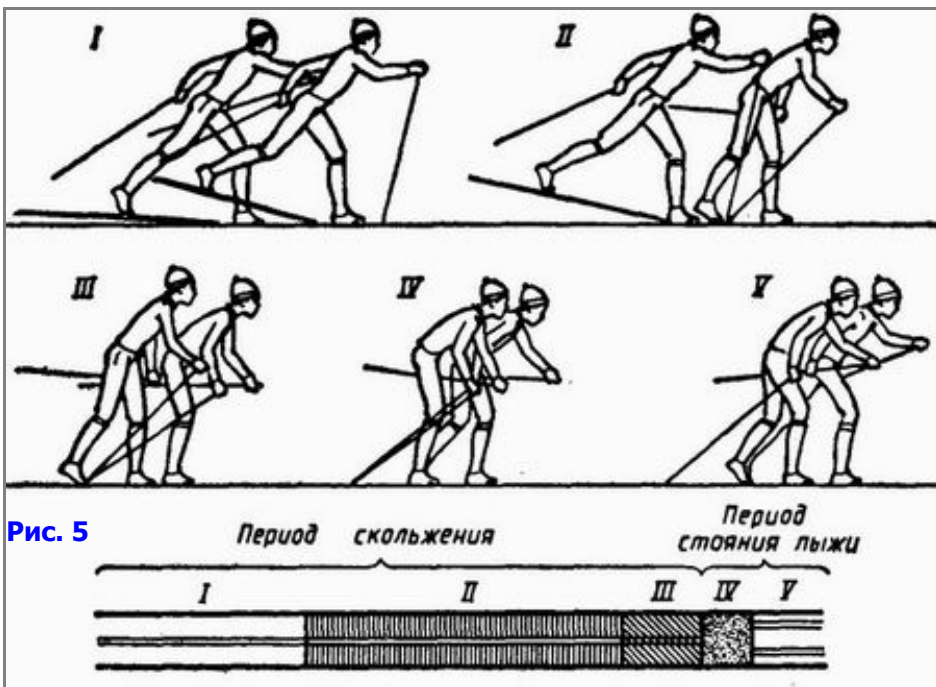
В последние годы отмечается увеличение частоты гребковых движений, повышение их темпа при сохранении высокой скорости продвижения и небольших перепадах ее в цикле (рис. 4). Значительные «пики» на кривой скорости привели бы к резкому повышению сопротивления воды.



Как и во всех локомоторных упражнениях, в плавании ищут оптимальное соотношение между длительностью цикла (темп движений) и расстоянием, преодолеваемым за один цикл («шаг цикла»). Более длинный «шаг» требует большего времени, снижает темп; более высокий темп укорачивает «шаг». И то и другое может снизить скорость. При оптимальном соотношении темпа и «шага» достигается наивысшая возможная скорость.

Биодинамика передвижения со скольжением (лыжи)

Лыжник увеличивает скорость передвижения благодаря отталкиванию лыжами и палками от снега в сочетании с маховыми движениями рук и ног (к отталкиваниям ног и рукой присоединены махи рукой и ногой) и броском тела вперед (поворот таза вперед и рывок туловища вверх). В попеременном двухшажном ходе (рис. 5) чуть позднее отталкивания палкой завершается отталкивание лыжей, начинается скольжение на другой лыже. Свободное скольжение (фаза I) происходит при тормозящем воздействии трения лыжи по снегу и незначительном сопротивлении воздуха. Чтобы меньше терять скорость, нельзя делать движения с ускорениями звеньев, направленными вверх; это вызовет силы инерции, направленные вниз, которые прижмут лыжу к снегу и увеличат трение. Замедление же движений вверх рук и переносной ноги (после предыдущего отталкивания лыжей «на взлет»), наоборот, снизит давление на лыжу и уменьшит трение. Свободное скольжение заканчивается постановкой палки на снег: после замедленного завершения махового выноса руки вперед лыжник, слегка согнув ее и зафиксировав суставы руки и туловища, энергии ударом ставит палку на снег.



Начинается фаза скольжения с выпрямление опорной ноги (фаза II). Усиливая наклоном туловища над на палку, лыжник стремится повысить скорость скользящей лыжи. Стопа опорной ноги, немного выдвинутая вперед, предупреждает потерю энергии

Начинается фаза скольжения с выпрямление опорной ноги (фаза II). Усиливая наклоном туловища над на палку, лыжник стремится повысить скорость скользящей лыжи. Стопа опорной ноги, немного выдвинутая вперед, предупреждает потерю энергии

на амортизацию и преждевременный пережат. Опорная нога выпрямляется, подготавливаясь к последующему подседанию на ней.

Подседание начинается еще при скольжении лыжи (фаза III), которая при энергичном разгибании опорной ноги в тазобедренном суставе быстро теряет скорость и останавливается. В фазе I необходимо как можно меньше терять скорость, в фазе II – увеличить скорость скользящей лыжи, в фазе III – быстрее остановить лыжу.

Лыжа, стоящая неподвижно на снегу, благодаря силе трения (статической) служит опорой для отталкивания ногой и маховых движений (рукой, ногой и туловищем). Подседание, начато в фазе III, продолжается и завершается в фазе IV, сопровождаемое выпадом – движением переносной ноги вперед от носка стопы опорной ноги. С остановкой лыжи тело лыжника продолжает ускоренное продвижение вперед (пережат) благодаря: а) началу разгибания бедра опорной ноги в тазобедренном суставе («активный пережат»), б) выпадению переносной ногой, в) маху свободной рукой, г) началу поворота таза вперед и д) усиленному до максимума нажиму на палку в наиболее наклоненном ее положении.

С окончанием подседания начинается выпрямление толчковой ноги в коленном суставе (фаза V), сопровождаемое завершающимся выпадом. Отталкивание ногой и рывок туловищем вверх обеспечивают общее направление отталкивания «на взлет», что снижает трение в фазе I следующего скользящего шага. Снижение скорости выпадения из-за торможения растягиваемых мышц-антагонистов тазобедренного сустава компенсируется, насколько возможно, ускоренным поворотом таза вперед и энергичным завершением отталкивания палкой (до выпрямления руки и палки в одну линию). В фазе IV необходимо повысить скорость выпадения, в фазе V – меньше терять скорость стопы в выпадении.

Характерными особенностями современной техники считаются стремление уменьшить трение лыжи о снег завершающимся отталкиванием лыжей («на взлет») и опорой на палку, а также высокий темп шагов. У хорошо подготовленных лыжников темп шагов достигает 110–120 в минуту (рис. 6).

С повышением скорости хода изменяется ритм скользящего шага: относительно сокращается время отталкивания лыжей; подседание и выпрямление толчковой ноги делаются быстрее.



Рис. 6

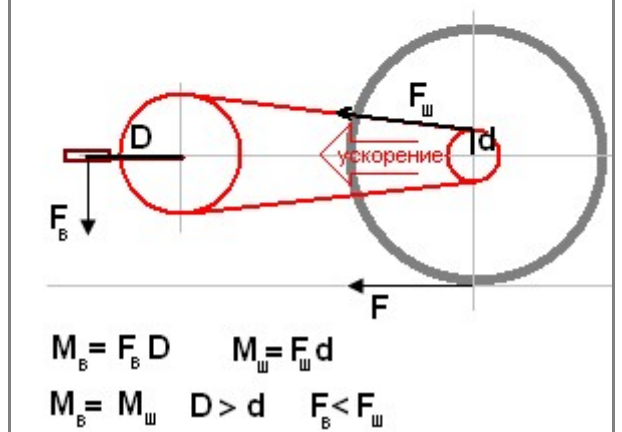
Биодинамика передвижения с механическим преобразованием энергии

Велосипед как аппарат для передачи усилий на опору создает особые условия для приложения усилий велосипедиста и использования внешних сил (рис. 7).

Давление ноги велосипедиста F_B на педаль в системе «велосипедист – велосипед» – это внутренняя сила, вся система самодвижущаяся с внутренним источником движущихся сил. Давление на педаль создает момент силы относительно оси ведущей шестерни $M_B = F_B \cdot D$. Через цепь эта сила передается на ведомую шестерню заднего колеса $F_{\text{ш}}$. Под действием этой силы колесо, когда у него нет опоры, вращается вокруг своей оси: верхняя точка обода вперед, нижняя – назад за счет возникающего момента $M_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot d$. При опоре благодаря сцеплению покрышки колеса с грунтом сила трения, направленная вперед F , уравнивает действие обода на покрышку, направленное назад; в результате колесо не проскальзывает и вперед движется ось колеса. Точка, относительно которой она движется, – место опоры колеса.



Рис. 7



Описание элементов чертежа на рис. 7:

F_B – сила давления ноги велосипедиста на педаль

D – рычаг педали

$M_B = F_B \cdot D$ – момент силы давления ноги велосипедиста на педаль

$F_{\text{ш}}$ – сила, действующая на шестерню заднего колеса

d – плечо этой силы, равное диаметру шестерни

$M_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot d$ – момент силы, действующей на шестерню заднего колеса

Моменты сил равны $M_B = M_{\text{ш}}$, но плечи разные, т.е. $D > d \rightarrow F_B < F_{\text{ш}}$

F – сила трения качения колеса о дорожное покрытие

Источник движущей силы – мышцы ног спортсмена, передающие усилия через педаль, шатун, ведущую шестерню, цепь на заднюю шестерню. Нижняя точка обода заднего колеса не может сместиться назад и фиксирована на опоре с помощью силы трения (необходимая внешняя сила). Поэтому ось от связанной с нею задней шестерни получает **ускорение** вперед. Сила трения скольжения F (статическая) не дает проскальзывать покрышке заднего колеса назад по грунту. Она служит той внешней силой, без которой ускорение системы на горизонтальной поверхности невозможно.

Передача усилий при академической гребле

Самым характерным в академической гребле является значительное перемещение гребца относительно лодки посредством подвижного сиденья (банки), перемещающегося на роликах вдоль продольной оси лодки на полозках (рис. 8).

Выносные уключины увеличивают плечо рычага (расстояние от оси вращения весла до места хвата

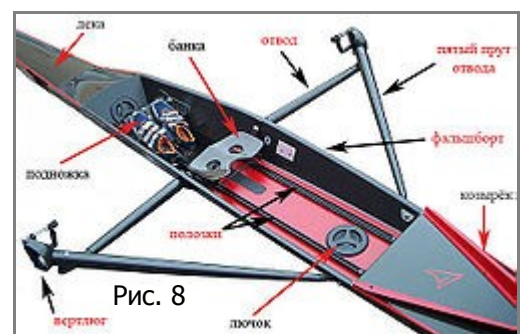


Рис. 8

рукой). Гребец прилагает усилия руками к рукоятке весла и ногами к подножке, укрепленной неподвижно.

При проводке весла лопасть встречает сопротивление воды. Сначала подтягивая лодку веслом, а потом отталкивая ее от воды, захваченной лопастью, гребец продвигает лодку вперед. За время проводки гребец перемещается на банке вперед, к носу лодки. Начало гребка выполняется одновременно с быстрым и ровным давлением ног на подножку в виде «прыжка» в сторону носа лодки. Этот «прыжок» как бы тормозится на рукоятке весла, что увеличивает силу, приложенную через весло к воде.

После окончания гребка следует фаза заноса весел. Это движение является подготовительным для следующего гребка и совершается посредством перемещения на банке к корме; весла в это время заносятся лопастями к носу. Однако в этой фазе усилия гребка, приложенные к лодке, направлены в сторону движения лодки. Подтягивая себя к подножке за носковые ремни, гребец этим выталкивает из-под себя лодку вперед. ОЦМ системы «гребец-весла-лодка» от перемещения назад свою скорость изменить не может (если не учитывать увеличения сопротивления воды в зависимости от скорости лодки). Но лодка относительно гребца и воды получает ускорение вперед. Наличие его уменьшает падение скорости лодки, скользящей по инерции. Это делает скорость хода лодки более равномерной, что выгодно для продвижения против сопротивления воды (рис. 9). Таким образом, активные усилия гребка приложены через весла к воде в одном направлении, а через подножку к лодке – поочередно в двух направлениях («прыжок» от подножки и перемещение).



Рис. 9

Вопросы:

1. На чем основаны способы плавания?
2. За счет чего возникает взаимодействие?
3. Каковы специфические особенности биодинамики плавания?
4. На чем основан механизм динамического взаимодействия пловца с водой?
5. Внимательно разберите технику плавания брассом и на предлагаемой схеме по рис. 3 укажите слева от рисунков все фазы цикла.
6. В каких фазах скорость пловца возрастает, а в каких – снижается?
7. Как связаны между собой темп движений и шаг цикла?
8. За счет чего лыжник увеличивает скорость передвижения?
9. Опишите коротко фазы попеременного двухшажного хода: I - ..., II - ..., III - ..., IV - ..., V - ... (возможно, вам поможет приложение к теме №7).
10. В каких фазах скорость лыжника возрастает, а в каких – снижается?
11. Каким образом и за счет чего в современной технике повышается скорость хода?
12. Что представляет собой сила давления ноги велосипедиста?
13. Как движется заднее колесо велосипеда, если у него нет опоры?
14. За счет чего возникает движение заднего колеса?
15. Почему вперед движется ось заднего колеса?
16. Что является источником движущей силы велосипеда?
17. Каково значение силы трения при движении велосипеда?
18. В каком равновесии находится велосипедист во время движения?
19. Что является характерной особенностью академической гребли?
20. За счет чего лодка движется вперед в фазе гребка?
21. За счет чего лодка движется вперед в фазе заноса весел?