

ВОРОН Андрей Васильевич, канд. пед. наук, доцент

МИНЕВИЧ Марина Александровна

ПЛЯВГО Елена Викторовна

ХМЕЛЬНИЦКАЯ Лариса Шамильевна

*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕНАЖЕРОВ, ОСНОВАННЫХ НА ИЗОДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Рассмотрены отличительные характеристики тренажеров, основанных на изодинамическом режиме сопротивления. Приведено описание изокинетического метода развития силы. Показаны преимущества изодинамических (изокинетических) тренажеров (в сравнении с другими типами устройств) для развития физических качеств. Описаны конструкции и способы использования двух оригинальных изодинамических (изокинетических) устройств.

Ключевые слова: изодинамические тренажеры; изокинетические тренажеры; требования к тренажерам; критерии оценки, режим сопротивления.

DISTINCTIVE CHARACTERISTICS OF SIMULATORS BASED ON THE ISODYNAMIC MODE OF RESISTANCE

Distinctive characteristics of simulators based on the isodynamic mode of resistance are considered. A description of the method of isokinetic strength development is presented. The advantages of isodynamic (isokinetic) simulators (in comparison with other types of devices) for physical qualities development are shown. The design and application methods of two original isodynamic (isokinetic) devices are described.

Keywords: isodynamic simulators; isokinetic simulators; simulators specifications; evaluation criteria; resistance mode.

Введение. В специальной научно-методической литературе по физической культуре и спорту встречаются такие названия тренажеров, как «изокинетические» или «изодинамические». При этом демонстрируются одни и те же принципиально идентичные технические решения в качестве элементов, создающих сопротивление движениям занимающихся, используются различного рода поршневые системы. В этих устройствах действующие силы сопротивления движениям – силы трения, избыточного давления газов или жидкостей. В связи этим изокинетические и изодинамические тренажеры мы относим к одному и тому же классу по признаку сопротивления движениям занимающегося. Имея свои аналоги среди тренажеров с различными типами сопротивления, изокинетические или

изодинамические устройства сегодня завоевывают все большую популярность. В связи этим нами поставлена задача – выявить отличительные характеристики тренажеров, основанных на изодинамическом режиме сопротивления.

Основная часть. Наряду с существующими классификациями [1] силовые тренажеры нами классифицированы по типу сопротивления движениям занимающегося [2]:

– тросо- или грузоблочные (действующая сила сопротивления движениям – сила гравитационного притяжения отягощения). Выражается зависимостью «сила сопротивления – масса отягощения (в покое) с добавлением ускорения отягощения (в движении)»;

– инерционные (действующая сила сопротивления движениям – сила инерции отягощения). Выражается зависимо-

стью «сила сопротивления – ускорение отягощения»;

– упругой деформации материалов, газов (действующая сила сопротивления движениям – силы упругой деформации материалов, газов). Выражается зависимостью «сила сопротивления – степень упругой деформации» (закон Гука);

– изотонические (действующая сила сопротивления движениям – сила трения, например, в устройстве с диссипативным способом создания нагрузки). Выражается зависимостью «сила сопротивления – величина силы трения или электромагнитного поля»;

– изодинамические или изокинетические (действующие силы – силы трения, избыточного давления газов или жидкостей, например, в герметичном цилиндре, заполненном газом или жидкостью при их перемещении сквозь сопло поршня). Выражается зависимостью «сила сопротивления – скорость движения».

Следует отметить, что не совсем корректно рассматривать преимущества той или иной группы тренажеров (по типу сопротивления) в отношении тренировочного эффекта, например, при развитии абсолютной силы. Каждый из типов сопротивления движениям занимающегося будет приносить в результате тренировочной деятельности свою специфику – адаптация к нагрузке будет наблюдаться в том двигательном режиме, в котором и проводилась тренировка. Иначе говоря, тренировочный эффект изодинамических тренажеров будет проявляться, главным образом, в изодинамических движениях и будет полезен, например, при тренировке гребцов, пловцов... Тросо- или грузоблочные тренажеры, основанные на действующей силе сопротивления движениям – силе гравитационного притяжения отягоще-

ния, и будут специфичны для развития физических качеств легкоатлетов, тяжелоатлетов.

Как указывает Ю.В. Верхошанский: «... Изокинетический метод развития силы мышц заключается в том, что внешнее сопротивление движению меняется, лимитируя его скорость и обеспечивая максимальную нагрузку на мышцы по всей рабочей амплитуде. То есть задается не величина сопротивления, как в упражнениях с отягощением, а скорость выполнения движения. С возрастанием скорости увеличивается и внешнее сопротивление. При изокинетическом методе (развития силы) сопротивление является функцией приложения силы. Поскольку мышечное усилие и работоспособность изменяется в ходе реализации конкретного движения, сопротивление автоматически приспособливается к способности мышц в каждой точке рабочей амплитуды. Изокинетический аппарат (тренажер) дает мышце постоянную околомаксимальную нагрузку при каждом повторении упражнения независимо от того, какое оно по счету. Таким образом, приспособляющееся сопротивление тренажера непосредственно коррелируется со специфической работоспособностью мышечного аппарата спортсмена. Основное преимущество изокинетического метода перед другими заключается в том, что этот метод заставляет мышцы все время работать с максимальным усилием. Причем прирост силы оказывается большим и более быстрым даже у спортсменов, обладающих высоким уровнем силовой подготовленности» [3]. Изокинетический метод позволяет получить более значительные результаты в приросте силы мышц и в более короткий срок, а также существенно сократить время, затрачиваемое на силовую тренировку [4, 5].

Преимущество изокинетических или изодинамических тренажеров в сравнении с другими устройствами для развития физических качеств, на наш взгляд, отражает их соответствие выделенным нами требованиям (таблица) [2]. Требования подразделяются на специфические и неспецифические. Первые отражают возможность эффективного решения основной задачи использования тренажеров – развития физических качеств, вторые – возможность решения сопутствующих и второстепенных задач.

Таблица – Требования к тренажерным устройствам

Специфические требования					Неспецифические требования							
Соответствия	Функциональности	Информатизации	Дозирования	Универсальности	Простоты	Надежности	Эстетичности	Безопасности	Комфорта	Экологичности	Ремонтопригодности	Компактности

Требование соответствия выражает степень сходства режимов сопротивления при выполнении движений на тренажере. В этом отношении тренажеры с изодинамическим типом сопротивления будут полезны для тренировки спортсменов водных видов спорта (например, пловцов, гребцов), так как позволяют имитировать свойства водной среды.

Требование функциональности подразумевает наличие оптимальной конструкции устройства для решения основной задачи – развития физических качеств. Исследование уровня нагрузки во время движений на изодинамических тренажерах выявило специфику ее проявления – нагрузка характеризуется зависимостью «сила сопротивления –

скорость движения». А так как любое движение характеризуется скоростью, то и нагрузка будет во время всего периода движения, то есть от начала движения до его завершения. Кроме того, конструкция механизма сопротивления (поршня) подразумевает возможность одновременного использования тренажера не только для мышц-сгибателей, но и мышц-разгибателей. Все эти преимущества изодинамических тренажеров непосредственно будут положительно влиять на величину тренировочного эффекта, а значит, будут отражать требование функциональности.

Требование информатизации обосновано необходимостью получения срочной информации для управления процессом тренировки как от самого устройства, так и непосредственно от занимающегося (обратная связь). Как и для многих типов тренажеров, для изодинамических тренажеров также существует возможность использования средств информатизации. Это могут быть различные электротехнические и механические устройства: счетчики движений, пульсометры, датчики скорости и давления, механические зажимы на нагрузочных цилиндрах, компьютерный комплекс, позволяющий с помощью программного обеспечения задавать и отражать градиент сопротивления.

Требование дозирования обусловлено необходимостью создания необходимого уровня нагрузки в соответствии с физическими способностями занимающегося. В этом отношении изодинамические тренажеры выгодно отличаются от иных тем, что позволяют благодаря конструкции сопротивления «адаптировать» уровень отягощения под возможности занимающихся. Это означает, что величина сопротивления будет зависеть от величины развиваемых усилий. По-

добный подход к тренировке будет иметь преимущества в целях реабилитации и рекреации, так как позволит избежать, таким образом, мышечных перенапряжений и травм. Кроме того, существует возможность быстрой и легкой замены одних нагрузочных элементов на другие.

Требование универсальности характеризует возможность использования тренажера как для развития различных физических качеств (путем создания различных режимов сопротивления), так и возможность использования устройства для тренировки, например, различных частей тела, из различных исходных положений. В изодинамических тренажерах нагрузочный элемент (цилиндр с поршнем) позволяет за счет изменения давления в системе (цилиндре) задавать различные уровни нагрузки. В этом отношении можно задавать нагрузку для развития как силы, так и выносливости. Благодаря отсутствию отягощений в конструкции изодинамических тренажеров они относительно легки. Это преимущество позволяет их использовать из различных положений и перемещать для применения в одном комплексе для различных частей тела из различных исходных положений. Конструкция нагрузочных элементов изодинамических устройств позволяет одновременно использовать нагрузочный элемент тренажера не только для тренировки мышц-сгибателей, но и мышц-разгибателей, что также отражает требование универсальности.

Требование простоты показывает успешность решения изобретателем, инженером-конструктором задачи рационального построения тренажера: минимального расхода материалов, малого количества соединений, соответствия количества материала уровню нагрузки на деталь или узел. Конструкция изоди-

намических тренажеров относительно проста (не требуются отягощения и тросо-блочные механизмы), нагрузка задается устройством, регулирующим давление в цилиндре или ходом его поршня.

Требование надежности характеризует возможность бесперебойной работы тренажера относительно продолжительное время в условиях расчетной нагрузки. Все элементы нагрузочной системы изодинамических тренажеров рассчитаны на относительно большое количество циклов хода движущихся деталей (соединений, поршней). Для данного требования изодинамические тренажеры относительно иных типов тренажеров достаточно надежны.

Требование эстетичности характеризует субъективное чувство красоты конструкции и общего вида устройства. Изодинамические тренажеры относительно просты и позволяют инженерам-конструкторам придать их конструкциям гармоничный вид.

Требование безопасности характеризует конструктивные и иные особенности устройства, позволяющие в безопасном режиме эксплуатировать тренажер. Конструкции изодинамических тренажеров не имеют тяжелых отягощений, относительно легки и просты, что обеспечивает безопасное их использование.

Требование комфорта характеризует возможности комфортного использования устройства: отсутствие шума при его работе, наличие мягких сидений и рукоятей, плавность хода деталей тренажера. Благодаря конструкции нагрузочного элемента (поршня в закрытом цилиндре) изодинамические тренажеры не производят большого шума, ход движения их частей плавный, нагрузка в движении увеличивается и уменьшается также плавно. При этом изодинамиче-

ские устройства имеют все преимущества тренажеров других типов: наличие комфортных рукоятей, сидений, ограничителей движений.

Требование экологичности подразумевает использование при создании устройства экологически чистых материалов: пластика, красок, железа, а также возможности его утилизации. Как и иные типы тренажеров, изодинамические тренажеры не содержат вредных для здоровья или отравляющих веществ.

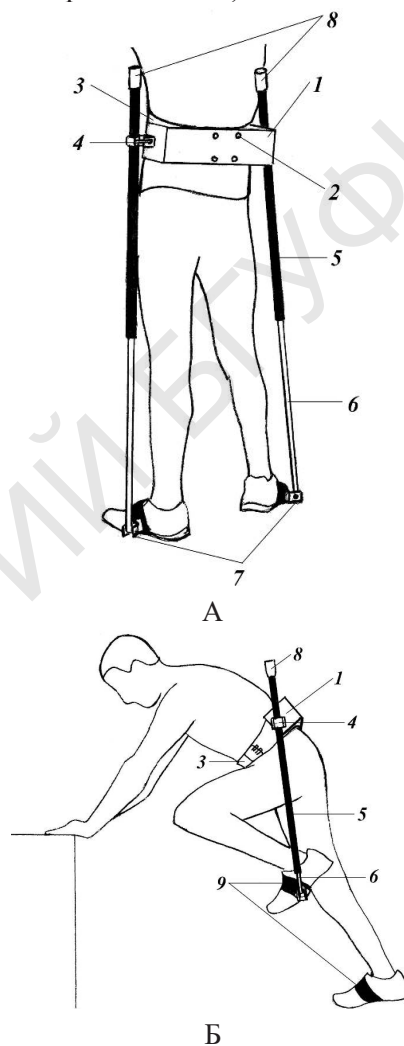
Требование ремонтпригодности носит утилитарный характер – при использовании устройств закономерно выходят из строя подверженные износу детали. В связи этим важным конструктивным решением при проектировании тренажера является возможность замены или ремонта наиболее подверженных износу деталей. Нагрузочный элемент изодинамических тренажеров (цилиндр с поршнем) можно с легкостью заменить, а износ подвижных соединений мал.

Требование компактности характеризует возможности транспортировки и хранения тренажера в сложенном виде, а также его компактность конструкции. Изодинамические тренажеры конструктивно просты и имеют малый вес, что будет отражаться на их мобильности и возможностях трансформирования для использования в тесных и замкнутых помещениях.

В соответствии с выделенными нами требованиями (таблица) разработан ряд оригинальных изодинамических (или изокинетических) устройств, из которых нами представлены два тренажера.

Первый тренажер разработан и изготовлен для развития силового компонента скоростно-силовых качеств мышц ног легкоатлетов (рисунок 1) [6]. В основе разработки тренажера использован изодинамический метод развития силы

(сила внешнего сопротивления будет определяться в соответствии с величиной проявляемых спортсменом в движениях скорости и силы).



- 1 – корпус; 2 – фиксирующий болт; 3 – ремень;
- 4 – клемма с блоком шарниров; 5 – трубка;
- 6 – поршень; 7 – блок шарниров;
- 8 – наконечник; 9 – ремень

Рисунок 1. – Тренажер для развития силового компонента скоростно-силовых качеств мышц ног (А – вид сзади, Б – вид сбоку)

Тренажер состоит из корпуса 1, к которому фиксирующими болтами 2 присоединены ремень 3 и блоки шарниров

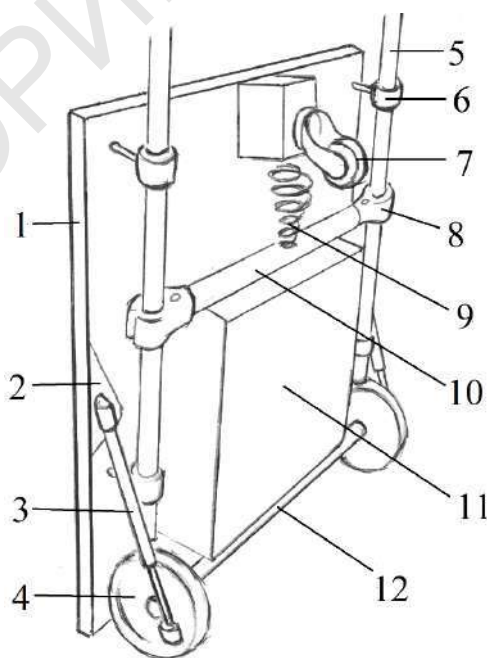
4 (рисунок 1 А, Б). Данные блоки шарниров соединены клеммами с полыми трубками 5 и имеют две степени подвижности – фронтальную и сагиттальную. Внутри полых трубок осуществляет движение поршень 6, нижний конец которого подвижно соединен клеммой 7 (как и блок шарниров корпуса тренажера) с фиксирующим ремнем ног 9. Поршень имеет возможность вращаться внутри полой трубки – высвобождается вертикальная степень свободы движений ног.

Устройство работает следующим образом. Спортсмен занимает исходное положение у возвышающейся опоры и опирается руками о нее (рисунок 1 Б). Затем производится упражнение «бег на месте» с опорой на руки в максимальном темпе в течение определенного времени (рисунок 2). При этом поршень тренажера, двигаясь прямолинейно внутри трубки, создает внутри нее давление воздуха. Наконечник тренажера (8) имеет сквозное отверстие – сопло с изменяемым диаметром, через которое устремляется воздух трубки как наружу, так и внутрь ее. Таким образом, «задается» нагрузка для тренировки силы мышц ног в изодинамическом режиме как для мышц-сгибателей ног, так и для мышц-разгибателей ног. Занятия с использованием изокинетического тренажера для развития силового компонента скоростно-силовых качеств мышц ног показали положительный тренировочный эффект [6].

Нами разработан и изготовлен также второй тренажер – тяговое устройство с изменяемыми свойствами сопротивления (рисунок 3) [7]. Тренажер позволяет создавать тяговое сопротивление в изодинамическом режиме при беге благодаря свойствам поршневого механизма 3.



Рисунок 2. – Выполнение упражнения «бег на месте» с применением тренажера для развития силового компонента скоростно-силовых качеств мышц ног



1 – корпус; 2 – крепление; 3 – поршневой механизм; 4 – колесо; 5 – направляющая труба; 6 – держатель; 7 – колесо; 8 – клемма; 9 – пружина; 10 – труба; 11 – отягощение; 12 – вал

Рисунок 3. – Тяговое устройство с изменяемыми свойствами сопротивления для тренировки легкоатлетов

Конструкция устройства содержит корпус, на котором при помощи держателей 6 оно подвижно соединено с двумя направляющими трубами 5. Труба 10 неподвижно при посредстве клемм 8 соединяет трубы 5. К корпусу 1 фиксируются крепления 2 поршневого механизма 3, который одним концом шарнирно соединен с ним, а другим – с колесом 4. Оба колеса неподвижно соединены валом 12. Устойчивость тренажеру при его качении придает свободно закрепленное колесо 7. Пружина 9 позволяет гасить колебания направляющих 5 во фронтальной плоскости движения и работает на сжатие (вместо нее в качестве амортизатора эффективен поршневой демпфер). Она одним концом зафиксирована к трубе 10, а другим – к основанию колеса 7. Сцепление (трение) колес 7 с грунтом обеспечено массой отягощения 11 (от 8 до 15 кг). Величина тягового сопротивления устройства зависит от характеристик поршней, а тяговая сила – прямо пропорциональна величине прилагаемых спортсменом усилий при беге. Фотография (общий вид) тягового устройства представлена на рисунке 4.

Выполнение упражнения с использованием тягового устройства осуществляется следующим образом: к направляющей трубе устройства присоединяется одним своим концом трос, а другим – к поясу бегуна со сторо-

ны спины. Бегун постепенно набирает требуемую скорость, поддерживает ее определенное время и останавливается. Упражнение повторяется многократно.

Заключение.

1. Наряду с существующими классификациями силовые тренажеры нами классифицированы по типу сопротивления движениям занимающегося: тросо- или грузоблочные, инерционные, упругой деформации материалов, газов, изотонические, изодинамические или изокинетические.

2. Преимущество изокинетических или изодинамических тренажеров в сравнении с другими устройствами для развития физических качеств, на наш взгляд, отражает их соответствие требованиям. Требования подразделяются нами на специфические и неспецифические. Первые отражают возможность эффективного решения основной задачи использования тренажеров – развития физических качеств, вторые – возможность решения сопутствующих и второстепенных задач.

3. В соответствии с выделенными нами требованиями разработан ряд оригинальных изодинамических (или изокинетических) устройств, из которых представлены два тренажера. Первый тренажер разработан и изготовлен для развития силового компонента скоростно-силовых качеств мышц ног

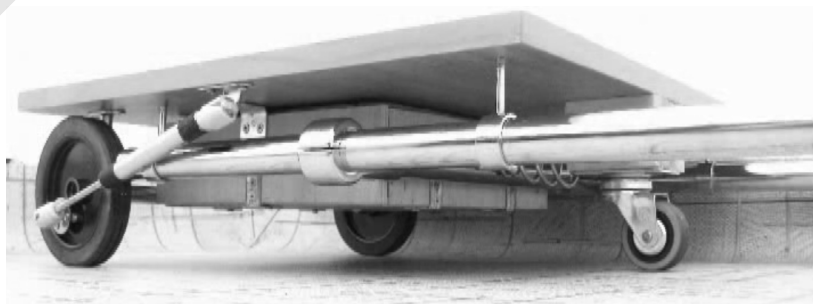


Рисунок 4. – Фотография (общий вид) тягового устройства

легкоатлетов. Второй – тяговое устройство с изменяемыми свойствами сопротивления – позволяет создавать тяговое сопротивление в изодинамическом режиме при беге благодаря свойствам поршневого механизма.

1. Юшкевич, Т. П. Тренажеры в легкой атлетике : пособие / Т. П. Юшкевич, А. В. Ворон ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2014. – 91 с.

2. Ворон, А. В. Преимущества тренажеров на основе изодинамического режима сопротивления / А. В. Ворон // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 апр. 2019 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шиллюк (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2019. – Ч. 2. – С. 77–80.

3. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 215 с.

4. Хабаров, А. А. Интенсивная общая и специальная (в изокинетическом режиме) силовая подготовка атлетов в 12–17-летнем возрасте : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. А. Хабаров ; КубГАФК. – Майкоп, 1998. – 18 с.

5. Черкесов, Ю. Т. Проблема и методические возможности детерминации режимов силового взаимодействия спортсменов с объектами управляющей предметной среды : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Ю. Т. Черкесов ; ГЦОЛИФК. – М., 1993. – 62 с.

6. Ворон, А. В. Изокинетический тренажер для развития силовых качеств мышц ног / А. В. Ворон // Актуальные проблемы подготовки резерва в спорте высших достижений : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 11–12 нояб. 2009 г. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: М. Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2009. – С. 91–93.

7. Ворон, А. В. Тяговое устройство с изменяемыми свойствами сопротивления / А. В. Ворон [и др.] // Наука – образованию, производству, экономике : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. в 4-х т., Минск, 16 июня 2014 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск : БНТУ, 2014. – Т. 3. – С. 205.

Поступила 23.04.2019

УДК 797.123.1+796.01:612.76

ЛУКАШЕВИЧ Дмитрий Анатольевич

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

МЕТОД ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ-ГРЕБЦОВ

В статье предложен высокоинформативный метод оценки рациональности движений спортсменов относительно степени и последовательности вовлечения ведущих групп мышц в работу. Проведено исследование с использованием метода поверхностной электромиографии при выполнении тестовых заданий на гребном эргометре.

Ключевые слова: академическая гребля; гребной эргометр; электромиография; биоэлектрическая активность мышц; ведущие группы мышц; рациональная структура движений.

ELECTROMYOGRAPHY IN ESTIMATION OF THE MOVEMENTS TECHNIQUE RATIONALITY OF ATHLETE-ROWERS

A highly informative method for athletes' movements rationality assessment with regard to the degree and sequence of inclusion of the leading muscle groups in the work is presented in the article. A study has been conducted with application of the method of surface electromyography when performing test tasks on the rowing ergometer.

Keywords: rowing; rowing ergometer; electromyography; muscle bioelectric activity; leading muscle groups; rational movement structure.

Введение. Академическая гребля представляет собой весьма сложную специфическую форму моторики человека с использованием специализированных устройств, перемещаемых в водной

среде за счет синхронно организуемой мускульной работы. Она обеспечивается циклическими движениями, в реализацию которых вовлекаются большое количество групп мышц, однако основная