

## **Заключение**

В результате проведенного эксперимента, разработанная нами программа, положительно повлияла на развитие навыков саморегуляции борцов греко-римского стиля, что нашло отражение в спортивных результатах данных спортсменов.

1. Антилогова, Л. Н. Саморегуляция психических состояний личности в подростковый период / Л. Н. Антилогова // Журнал Вестник Омского университета, Серия: Психология – 2017. – №3. – С. 12–23.

2. Конопкин, О. А. Структурно-функциональный и содержательно-психологический аспекты осознанной саморегуляции / О. А. Конопкин // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2005. – Т. 2. № 1. – С. 27–42.

3. Казионова, Я. Ю. Развитие навыков саморегуляции у младших подростков / Я. Ю. Казионова, С. С. Быкова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 28. – С. 127–129.

4. Касаткин, В. Н. Двухуровневое обследование ментальной подготовленности спортсменов / В. Н. Касаткин, К. Ш. Ахмерова, А. И. Грушко // Спортивный психолог. – 2014. – №2. – С.11–17.

*Сотский Н.Б.*

Белорусский государственный университет физической культуры

## **ФРИКЦИОННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВА МАССИВНЫМ ОТЯГОЩЕНИЯМ**

*Sotsky M.B.*

Belarusian State University of Physical Culture

## **FRICION TRAINING DEVICES AS AN ALTERNATIVE TO MASSIVE LOADS**

Аннотация. В работе обсуждается технология силовой тренировки на основе устройств, использующих фрикционный принцип обеспечения нагрузки. Показана перспектива фрикционных тренажеров как альтернативы применению устройств, использующие массивные отягощения и упругие амортизаторы с позиций безопасности использования, удобной регулировки нагрузки, возможности массового использования.

Ключевые слова. Силовая подготовка, тренажеры, силы, упругость, тяжесть, трение.

Abstract. The paper discusses the technology of strength training based on devices that use the frictional principle of load provision. The prospect of friction simulators as an alternative to the use of devices using massive weights and elastic shock absorbers from the standpoint of safety of use, convenient load adjustment, and the possibility of mass use is shown.

Keywords. Strength training, simulators, strength, elasticity, heaviness, friction.

Данная работа посвящена обсуждению инновационной технологии силовой тренировки, основанной на применении фрикционных тренажеров. Такие устройства, использующие для обеспечения тренировочного сопротивления силу сухого трения, появились в спорте, оздоровительной тренировке и реабилитации относительно недавно. Следует отметить, что первый патент был получен автором в 1987 году [1] и лег в основу целого семейства различных защищенных патентами тренажеров, использующих указанный принцип работы [2] и в настоящее время выпускающихся серийно.

До появления представителей данного семейства на мировом рынке силовая тренировка осуществлялась, главным образом, с использованием традиционных сил, таких как сила тяжести и упругости. В некоторых устройствах тренировочное сопротивление создавалось диссипативными силами. В первую очередь это сопротивление вязкой среды (воздух, вода, различные технические жидкости). Здесь имеется возможность имитации реальных ситуаций, связанных с плаванием, различными гребными дисциплинами, поскольку силы вязкого сопротивления являются характерными для указанных видов спорта.

Сухое трение чаще всего использовалось для создания дозированной нагрузки при тестировании физической работоспособности (велоэргометр) или в простейших устройствах, например, когда бегун тянет за собой груз, скользящий по поверхности беговой дорожки.

Все перечисленные способы задания нагрузки в ходе силовой тренировки обладают рядом особенностей. Так, сила тяжести имеет вертикальное действие, и тренировка обеспечивается таким же вертикальным перемещением массивного груза, хотя, используя систему блоков конечное направление усилия можно сделать различным. Тренировочное усилие формируется ступенчато путем изменения массы перемещаемого груза. Использование массивных отягощений обладает и другими характерными особенностями, среди которых важное место занимает инерционность и необходимость рассеивания энергии. В первом случае при выполнении тренировочного упражнения в начале движения отягощение приобретает ускорение и здесь на его статический вес дополнительно накладывается инерционная сила равная произведению массы груза на его ускорение. В зависимости от последнего декларируемый вес получает инерционную добавку, которая может достигать в среднем до 50-70%. В настоящее время действие сил инерции, к сожалению, пока не стало предметом серьезного исследования.

Другой проблемой тренировочного использования массивных отягощений является необходимость рассеивания механической энергии. Так, если спортсмену необходимо сделать несколько подъемов снаряда, например, выполняя жим штанги, то ему приходится несколько раз переместить снаряд в исходное положение, рассеивая сообразную снаряду энергию. В таком случае рабочие группы мышц не расслабляются, а изменяют режим работы (с преодолевающего на уступающий и наоборот). Такая тренировка не всегда способствует подготовке мышц к конкретному соревновательному движению, хотя и, несомненно, обеспечивает их общее усиление.

Если оценить использование силы тяжести в стационарных устройствах, то следует заметить характерное выделение их конструкцией одного конкретного нагружаемого движения, с устранением необходимости работы мышц, которые в есте-

ственных условиях своим напряжением сами должны создавать необходимое направление движения звеньев тела тренирующегося.

Здесь уместно упомянуть одно из ключевых положений педагогической биомеханики [3], представляющей двигательное действие как сочетание элементов динамической осанки (ограничений подвижности определенных сочленений) и управляющих движений в суставах и если перенести это утверждение на рассматриваемую ситуацию, то становится очевидным, что элементы осанки берет на себя конструкция тренажера. Такая ситуация способствует тренировке управляющих движений, а элементы динамической осанки и их координация с последними остается в стороне и это, на наш взгляд, является одной из существенных проблем описанного тренировочного процесса.

Аналогичные рассуждения в отношении инерционности и необходимости рассеивания механической энергии можно привести и в отношении работы со свободными весами, за исключением устранения пространственного ограничения возможных перемещений отягощения.

Использование силы упругости также имеет свои характерные особенности. Здесь следует заметить, что усилие сопротивления прямо пропорционально деформации упругого элемента, и направлено прямолинейно вдоль направления его растяжения или сжатия. Такая ситуация, ограничивающая пространственную ориентацию направления силы, нехарактерна для реальных спортивных движений. Кроме этого при деформации упругого элемента пик силы сопротивления приходится не на начало, а на конец движения, что также создает проблемы подготовки к выполнению конкретного двигательного действия. И, наконец, как и в случае использования силы тяжести остается проблема рассеивания энергии, запасаемой упругим элементом.

Использование сил вязкости прекрасно рассеивает энергию, однако ее традиционное использование затрудняется влиянием на силу сопротивления таких параметров, как скорость движения (например, поршня или турбины), от которой усилие имеет квадратичную зависимость, а также площади отверстия при перекачке жидкостей или лопасти при движении в воздушной среде.

При использовании сухого трения имеются некоторые принципиальные возможности, отсутствующие при построении упражнений на основе рассмотренных выше сил. Здесь важное значение имеет практическое отсутствие зависимости усилия от амплитуды и скорости перемещения [4]. Другим важным моментом является эффективное рассеивание и поглощение энергии, поскольку работа против сил трения переводит механическую энергию в тепло.

Если учесть, что трение зависит от усилия взаимного прижима перемещаемых относительно друг друга поверхностей, то оно может быть обеспечено простым винтовым фиксатором или рычагом. Этот аспект важен тем, что масса движущихся частей может быть незначительной и не вызывать заметного инерционного искажения силы.

Сравнительный анализ использования различных сил в тренажерных технологиях был проведен нами ранее на основе введенных числовых показателей пространственности, инерционности и рассеивания энергии [2]. Его результаты представлены на рисунке 1. Не вдаваясь в подробности определения коэффициентов, следует иметь в виду, что максимальная степень эффективности использования описанных выше

сил в тренажерах по каждому показателю имеет значение 1 (единица). Приведенная на рисунке 1 диаграмма позволяет судить о перспективе использования в ходе силовой тренировки диссипативных сил, хорошо утилизирующих механическую энергию и имеющих преимущество в отношении минимальной инерционности.

Следует также отметить, что практически во всех случаях, кроме использования свободных весов, низкое значение имеет коэффициент пространственности. Поэтому для приближения технического устройства к идеалу с рассматриваемых позиций необходимо с одной стороны использовать диссипативные силы и с другой обеспечить пространственный характер последних. Перспективным направлением здесь представляется использование сил сухого трения, как наиболее простых и управляемых воздействий при создании силовой нагрузки и решение такой проблемы возможно путем создания устройств, обеспечивающих пространственный характер действия указанных сил. Такие устройства должны иметь несколько одновременно нагружаемых степеней свободы.

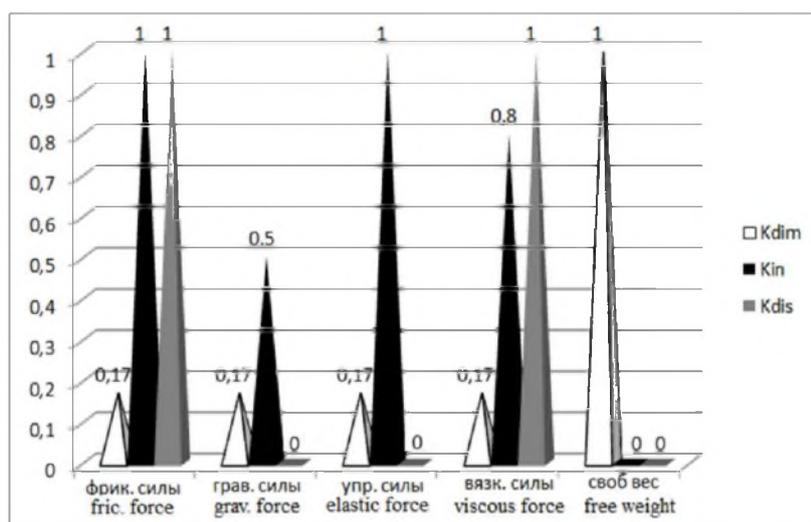


Рисунок 1. – Сравнительный анализ эффективности использования основных сил при конструировании силовых тренажеров ( $K_{dim}$  – коэффициент пространственности,  $K_{in}$  – коэффициент инерционности,  $K_{dis}$  – коэффициент рассеивания (диссипации).

Цель настоящей работы состоит в описании инновационной технологии силовой тренировки на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы и перспективы ее использования в качестве альтернативы массивным отягощениям.

Первым устройством, представляющим описываемый подход явился тренажер «Бизон-1» [1], защищенный авторским свидетельством № 1556692, позднее переведенным в патенты Российской Федерации и Республики Беларусь. Это устройство представляет собой имитацию биокинематической цепи человека, состоящую из трех звеньев и расположенных между ними двух сферических шарниров (рис.2).

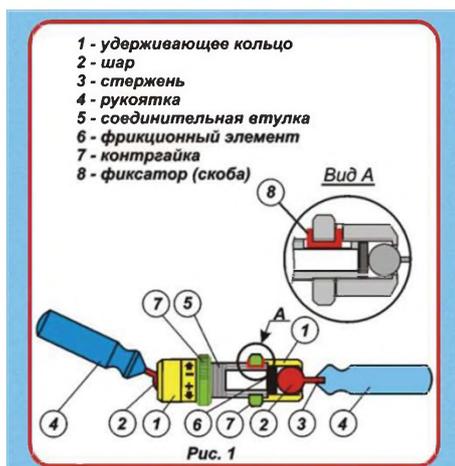


Рисунок 2. – Тренажер «Бизон-1» и схема его устройства

Регулировка тренировочного усилия осуществляется изменением степени прижима расположенных в среднем звене шаров к фрикционным элементам. При использовании устройства тренирующийся захватывает руками крайние звенья (рукоятки) и осуществляет пространственные движения на фоне установленной степени сопротивления. Устройство имеет 12 степеней свободы и используется не только в самых различных спортивных дисциплинах, но и при реабилитации, а также занятиях оздоровительного характера.

В ходе дальнейшего развития технологии был разработан ряд устройств силовой тренировки, расширяющих возможности первоначального варианта. Это устройства для акцентированной тренировки мышц, обеспечивающих движения пальцев рук и лучезапястных суставов «Бизон-2» [5], для расширения амплитуды нагружаемых движений «Бизон-Супер» [6] и, наконец, вошедшие в обиход недавно устройства «Бизон-Т» [7] и «Бизон-У» [8] (Рис.3).

Последние два устройства имеют универсальный характер и предназначены для тренировки крупных мышечных групп, обеспечивающих движения в суставах середины тела («Бизон-Т»), а также в сочленениях ног и рук («Бизон-У»). В первом тренажере усилие обеспечивается регулируемым прижимом тормозных колодок, расположенных внутри поворотного цилиндра. Устройство «Бизон-У» обеспечивает нагрузку путем прижатия подвижного и неподвижного дисков друг к другу через фрикционную прокладку. При этом усилие сопротивления регулируется плавно в широких пределах от минимальной, применяемой в ходе реабилитации до максимальных значений, используемых при развитии силовых качеств, обеспечивающих выполнение спортивных движений.

Если говорить о фрикционных тренажерах, как об альтернативе использования массивных отягощений, то следует отметить ряд особенностей технологии их использования, дающих очевидное преимущество по ряду характеристик.



Бизон – 2



Бизон-Супер



Бизон –Т



Бизон-У

Рисунок 3. – Фрикционные тренажеры со многими степенями свободы

Так, в первую очередь, следует отметить возникновение активной тренировочной нагрузки только в момент начала движения. Это позволяет принять исходное положение для выполнения упражнения без дополнительной нагрузки, в отличие от того, как это бывает при использовании массивного отягощения. Кроме этого, при выполнении тренировочного упражнения нагрузка практически не зависит от амплитуды перемещения, скорости нагружаемого движения и ускорения.

Возможность плавной регулировки сопротивления в широких пределах позволяет обойтись без дополнительных отягощений, таких как диски от штанги, гантели, гири и другие аналогичные отягощения.

Важным аспектом использования фрикционных тренажеров является то, что при выполнении тренировочного упражнения механическая энергия не накапливается, а рассеивается через работу сил трения, что позволяет резко снизить вероятность травмирования, особенно при работе с предельными нагрузками. Так, если представить, например, что выполняется упражнение «жим лежа» с близкой к предельной нагрузкой, то в данном случае нет необходимости обеспечивать страховку, поскольку

ку при возникновении проблемы, например болевого ощущения, движение прекращается и нагрузка автоматически существенно снижается.

Заметное уменьшение вероятности получения травм позволяет использовать технологию для работы со специфическими пользователями, такими как дети и инвалиды.

Таким образом, фрикционные тренажеры со многими степенями свободы представляют собой альтернативу массивным отягощениям в связи со следующими особенностями:

- плавной регулировкой нагрузки в широких пределах, позволяющей использовать устройства в спортивной, оздоровительной тренировке, а также в реабилитационных процедурах;
- значительным снижением инерционных силовых искажений задаваемой нагрузки за счет существенного уменьшения перемещаемой массы;
- обеспечением пространственного характера сил тренировочного сопротивления, возникающих только во время выполнения движения;
- возможностью тренировки при отсутствии специально оборудованного помещения;
- безопасности использования высоких силовых нагрузок, достигаемой за счет поглощения и рассеивания механической энергии, циркулирующей в ходе выполнения тренировочных упражнений.

1. Устройство для тренировки мышц : пат. 1556692 РФ : МПК [7] А63В 23/12 / Н. Б. Сотский, Г. П. Вальчук, А. С. Скуратович ; дата публ.: 15. 12.1987.

2. Сотский, Н. Б. Теоретико-методические основы разработки фрикционных тренажеров со многими степенями: монография / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2018. – 77 с.

3. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Польша, 1984. – 176 с.

4. Хайкин, С. Э. Физические основы механики / С. Э. Хайкин. – М. : Наука, 1971. – 201 с.

5. Устройство для тренировки мышц пальцев рук : пат. № 9761 Респ. Беларусь : МПК (2006) А63В 23/035 / В. Г. Киселев, Н. Б. Сотский ; дата публ.: 10.30.2007.

6. Бизон-Супер (Тренажер Сотского) : практ. рук-во. НПЦС «Тренажерные технологии», 2017. – 2 с.

7. Устройство для тренировки мышц туловища : Евразийский пат. 026800 : МПК [7] А63В 21/012 / Н. Б. Сотский ; дата публ.: 05.31. 2017.

8. Устройство для тренировки мышц : Евразийский пат. № 043936 : МПК [7] А63В 21/012 / Н. Б. Сотский, М.А. Сержанова ; дата публ.: 07.07.2023.