

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В ПРАКТИКЕ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ (СДЕЛАНО В СССР)

Дышко Б.А., канд. пед. наук, д-р биол. наук
ООО «Спорт Технолоджи», Москва, Россия

Совершенствование средств и методов специальной физической подготовки спортсменов неразрывно связано со знанием особенностей биомеханики выполнения соревновательного упражнения, особенностями биодинамики взаимодействия спортсменов с опорой [1–3].

Важным моментом достижения высокого результата в спринтерском беге является эффективное выполнение низкого старта и стартового разгона [1, 2]. выявлено, что основной прирост скорости (до 70 %) отмечается на первых шести метрах дистанции, участке бега с максимальным ускорением [3].

Предполагалось, что изучение особенностей взаимодействия легкоатлетов-спринтеров с опорой при выполнении низкого старта и стартового разгона на участке бега с максимальным ускорением позволит выявить доминантные кинематические и биодинамические характеристики, влияющие на эффективность изучаемых движений.

Для решения этой задачи в тренажерном зале ВНИИФК (Москва) в 1980 году была разработана совместно с ВИСТИ (Москва) и смонтирована аппаратная методика.

Методика. Исследования проводились с использованием специально разработанного аппаратного комплекса, состоящего из динамометрических стартовых колодок (ДСК) производства ВИСТИ (СССР), имитатора стартового выстрела и силоизмерительной 6-метровой дорожки из 8 динамометрических платформ ПД-3. Динамометрическая платформа ПД-3 (производство ВИСТИ, СССР) позволяет измерять три компонента силы реакции опоры. Платформы на дорожке могли быть включены последовательно (дорожка работала как одна большая платформа) или блоками, что давало возможности изучать биодинамику опорного взаимодействия отдельно для каждой ноги при нахождении спортсмена на дорожке в двуопорном положении. Погрешность измерения усилия в любой точке дорожки по любой из компонент силы реакции опоры не превышала $\pm 5\%$ [4]. Для обработки динамограмм взаимодействия спортсменов с опорой при выполнении низкого старта и бега на участке с максимальным ускорением были разработаны батарея биомеханических характеристик и алгоритмы обработки динамограмм, которые впоследствии легли в основу программного обеспечения [6, 7].

Динамометрические стартовые колодки (ДСК) были разработаны ВИСТИ для измерения усилий взаимодействия спортсменов с опорой в плоскости, нормальной к рабочей поверхности ДСК. Рабочие поверхности ДСК оперативно регулировались по углу установки к горизонту со следующими

значениями углов: $45\pm 2^\circ$; $52\pm 2^\circ$; $60\pm 2^\circ$. ДСК устанавливались на металлической гребенке, жестко прикрепленной к полу, и могли оперативно переставляться независимо друг от друга.

ДСК имели следующие технические характеристики:

1. Номинальная измеряемая нагрузка по нормали к поверхности ДСК – 2000 н.

2. Максимальная допустимая нагрузка к поверхности ДСК – 500 н.

3. Минимальная собственная частота ДСК при условии жесткого закрепления их к на основании – 150 Гц.

4. Номинальная чувствительность – 1 мВ/н.

5. Максимальная относительная погрешность измерения за счет изменения точки приложения силы – плюс-минус 4,5 %.

6. Силоизмерительная дорожка длиной 5,6 метров была смонтирована из 8 динамометрических платформ ПД-3А производства ВИСТИ (СССР), включенных последовательно. Динамометрическая платформа ПД-3А представляла собой шестикомпонентный динамометр, позволяющий измерять три проекции вектора силы реакции опоры в вертикальной и горизонтальных сагиттальной и фронтальной плоскостях. Силоизмерительная дорожка имела следующие технические характеристики:

1. Номинальная нагрузка по вертикали – 10000 н.

2. Номинальная нагрузка по горизонтальным осям – 5000 н.

3. Собственная частота по каждой силовой составляющей – не менее 250 Гц.

4. Относительная погрешность измерения за счет изменения точки приложения усилия: по вертикали – не более $\pm 3,8$ %, по горизонтальным осям – не более $\pm 4,5$ %.

5. Номинальная чувствительность – 0,5 мВ/н.

Для изучения биодинамических особенностей низкого старта и бега с максимальным ускорением был собран специальный аппаратный комплекс, состоящий из ДСК, тензометрированной дорожки, фотоэлектрической системы, имитатора стартового выстрела, блока-синхронизатора, блока усилителей, регистрирующего прибора. В качестве регистрирующего прибора использовался светолучевой многоканальный осциллограф К-121, регистрирующий аналоговые сигналы.

На рисунке 1 представлен пример зарегистрированной осциллограммы сил реакции опоры при выполнении низкого старта и стартового разгона в зоне бега с максимальным ускорением.



1 – импульс «стартового выстрела, 2, 4 – нормальные к рабочей поверхности стартовой колодки (передней и задней соответственно) составляющие силы реакции опоры, 3, 5 – горизонтальная (продольная) и вертикальная составляющие силы реакции опоры в беговых шагах.

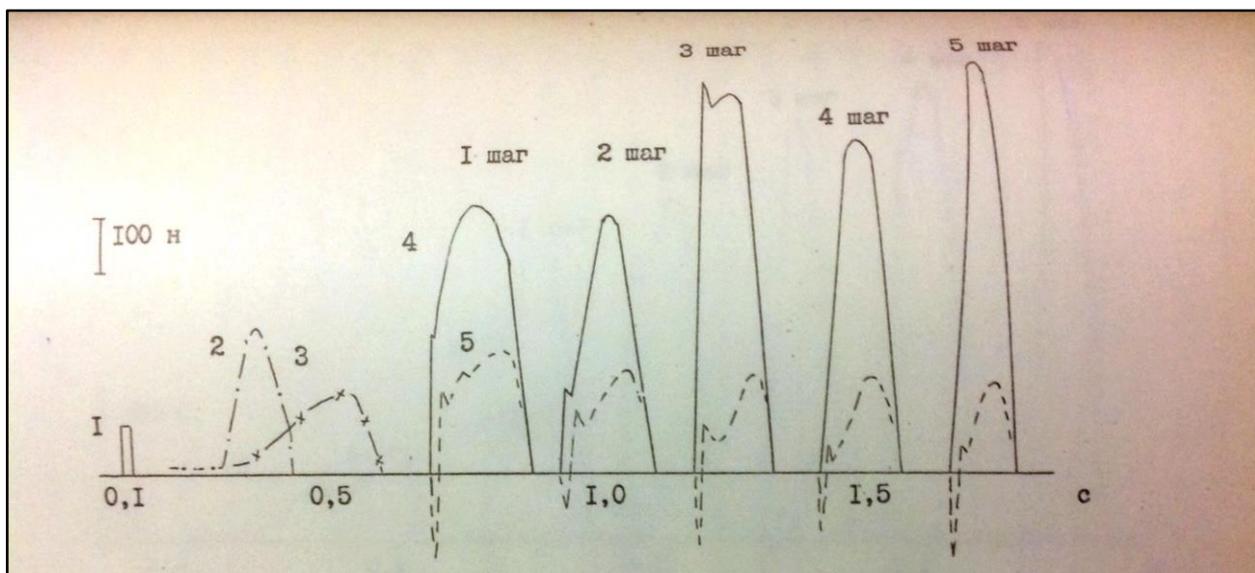
Скорость записи – 250 мм/с. Временной масштаб: одна клетка по горизонтали – 20 мс

Рисунок 1 – Осциллограмма сил реакции опоры при выполнении низкого старта и стартового разгона в зоне бега с максимальным ускорением по шагам стартового разгона

В исследованиях принимали участие спортсменки, специализирующиеся в легкоатлетическом спринте, квалификации 2 разряд – МСМК. Спортсменки выполняли стартовый разгон с ДСК, пробегая первые 6 м по силоизмерительной дорожке. Установка давалась на достижение лучшего результата на дистанции 30 м.

Результаты и их обсуждение. На рисунках 2, 3 приведены примеры зарегистрированных динамограмм низкого старта и первых пяти шагов стартового разгона в зоне бега с максимальным ускорением у спортсменок различной квалификации.

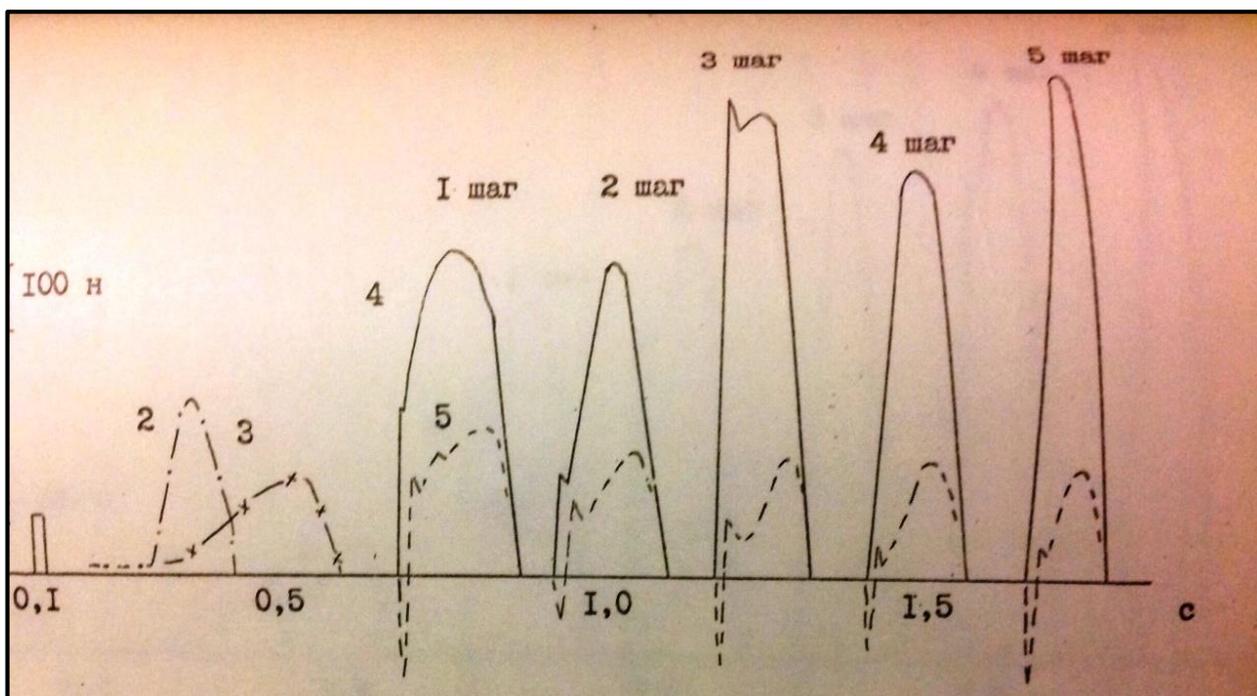
Авторами проведенного исследования впервые в мире была предложена формула по определению средней за время отталкивания мощности результирующей силы отталкивания и ее составляющих через значения силы реакции опоры [4, 6, 7]. Был разработан реестр биомеханических характеристик выполнения низкого старта и стартового разгона в зоне бега с максимальным ускорением по шагам стартового разгона.



1 – импульс «стартового выстрела»; 2, 3 – нормальные к поверхностям задней и передней колодок составляющие силы реакции опоры; 4, 5 – вертикальная и горизонтальная составляющие силы реакции опоры в беговых шагах

Рисунок 2 – Динамограмма сил реакции опоры при выполнении низкого старта и стартового разгона (спортсменка И. П-ва, МСМК) [4]

Анализ полученной в результате проведенных исследования объективной информации о биодинамических особенностях выполнения низкого старта и стартового разгона на участке бега с максимальным ускорением легкоатлеток-спринтеров различной квалификации позволил сделать некоторые выводы. Установлено, что в качестве критериев эффективности двигательных действий при выполнении изучаемого движения могут быть использованы следующие биодинамические характеристики: максимальное значение нормальной к рабочей поверхности задней ДСК составляющей силы реакции опоры на движение отталкивания, частота беговых шагов, высота подъема общего центра масс тела спортсмена после отталкивания, импульс вертикальной составляющей силы реакции опоры в фазе отталкивания, средняя за фазу отталкивания вертикальная составляющая силы реакции опоры, максимальное в фазе отталкивания значение вертикальной составляющей силы реакции опоры, вертикальная составляющая силы реакции опоры на движение отталкивания, вертикальное ускорение движения общего центра масс тела спортсмена после отталкивания среднее за фазу отталкивания, угол наклона вектора результирующей силы реакции на движение отталкивания средний за фазу отталкивания, мощность результирующей силы реакции опоры средняя за фазу отталкивания, коэффициент эффективности выполнения отталкивания [4].



1 – импульс «стартового выстрела»; 2, 3 – нормальные к поверхностям задней и передней колодок составляющие силы реакции опоры; 4, 5 – вертикальная и горизонтальная составляющие силы реакции опоры в беговых шагах

Рисунок 3 – Динамограмма сил реакции опоры при выполнении низкого старта и стартового разгона (спортсменка И. Д-ва, II разряд) [4]

Был проведен корреляционный анализ взаимосвязей исследуемых характеристик низкого старта, что позволило выявить влияние этих характеристик на быстроту изучаемых движений.

Так, была выявлена высокая взаимосвязь времени старта с полным временем выполнения стартового разгона на 6 м ($r=0,784$, $p<0,05$), высокая взаимосвязь времени стартовой реакции и латентного периода времени стартовой реакции толчковой ноги с временем бега на 6 м ($r=0,933$; $p<0,01$ и $r=0,723$; $p<0,05$ соответственно). К особенностям ЦНС спортсменок можно отнести зафиксированный нами феномен попарной взаимосвязи латентного и моторного периодов стартовой реакции толчковой и маховой ног. Увеличение максимума силы отталкивания маховой ноги сопровождается уменьшением этой характеристики для толчковой ноги ($r=-0,552$; $p<0,1$), что способствует увеличению опрокидывающего момента относительно ОЦМТС и переноса акцента в отталкивании на горизонтальную составляющую силу отталкивания. Выявлено, что время старта в основном определяется временем отталкивания толчковой ноги ($r=0,842$; $p<0,05$).

Выводы.

1. Комплексы динамометрических платформ дают возможности изучения биодинамических особенностей взаимодействия спортсменов с опорой при выполнении целостных «связок» спортивных движений в различных видах

спорта, но требуют научно-прикладного обоснованного программного обеспечения.

2. Разработанный и сделанный в СССР аппаратный комплекс, состоящий из динамометрических стартовых колодок (ДСК) производства ВИСТИ (СССР), имитатора стартового выстрела и силоизмерительной 6-метровой дорожки из 8 динамометрических платформ ПД-3 производства ВИСТИ (СССР) дал возможность получить информацию об особенностях опорных взаимодействий при выполнении низкого старта и стартового разгона в зоне бега с максимальным ускорением.

3. Для эффективного выполнения низкого старта необходимо развивать у спортсменок способность развивать значительные усилия в уменьшающиеся промежутки времени.

4. Время выполнения низкого старта у элитных спортсменок в значительной степени зависит от длительности отталкивания толчковой ноги. С ростом квалификации спортсменок уменьшается длительность отталкивания на передней колодке, но увеличивается скорость нарастания усилия отталкивания, тем самым увеличивая мощность.

5. Разработанные в процессе выполнения исследования алгоритмы обработки полученных с аппаратного комплекса динамограмм опорных взаимодействий могут быть использованы для разработки программного обеспечения.

1. Бернштейн, Н.А. Биодинамика стартовых движений / Н.А. Бернштейн // Теория и практика физической культуры. – 1947. – Т. 10. – Вып. 8. – С. 357–372.

2. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю.В. Верхошанский. – М.: ФиС, 1985. – 176 с.

3. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М.: ФиС, 1981. – 143 с.

4. Дышко, Б.А. Комплексное применение технических средств для повышения скорости стартового разгона легкоатлетов-спринтеров: дис. ... канд. пед. наук / Б.А. Дышко. – Л., 1986. – 160 с.

5. Дышко, Б.А. Методика повышения скорости стартового разгона спортсменов различных специализаций / Б.А. Дышко // Скоростно-силовая подготовка высококвалифицированных спортсменов: Тез. докл. Всесоюзной науч.-практ. конф. – М., 1989. – С. 49.

6. Дышко, Б.А. Современные методики биомеханических измерений: компьютеризированный динамометрический комплекс / Б.А. Дышко // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 7. – С. 24–26.

7. Dyshko, B. (1998). The standartization of biomechanical analysis of ground reaction forces in Sport // The Engineering of Sport. – Blackwell Science, Cambridge. – P. 261–264.