

ТАМЭСИВАРИ

Кинематика звеньев тела при разбивании досок кулаком

*Б. И. Бахтин, канд. техн. наук, 3-й дан, С. В. Киреев, 3-й дан,
Д. С. Шапошников, 4-й дан (Московская федерация Кёкусинкай, ИФК),
А. Ю. Вагин, канд. пед. наук, старший преподаватель каф. биомеханики
РГУФКСМиТ, А. А. Шпилов, научный сотрудник НИИ Спорта,
РГУФКСМиТ*

Знание кинематических характеристик (в первую очередь траекторий и скоростей движения) звеньев тела, участвующих в ударе, позволяет сделать количественную оценку потенциальных возможностей единоборцев, практикующихся в тамэсивари, и оптимизировать технику ударов при разбивании предметов. Несмотря на очевидный интерес к подобной информации, она очень отрывочно представлена в публикациях по восточным единоборствам. Объяснением этому может быть отсутствие, до недавнего времени, надежных средств диагностики кинематических характеристик движений, выполняемых с высокими скоростями. С подобными трудностями столкнулись, в частности, японские специалисты при регистрации средних и максимальных скоростей ударов каратистов, наносимых кулаком /1/ (результаты этих исследований представлены также в работе /2/). Успехи в разработках высокоскоростных цифровых видеокамер, достигнутые за последние 10-20 лет, привели к созданию на их основе специализированных систем для высокоточного автоматизированного измерения и анализа кинематических характеристик в трехмерном пространстве. Одной из таких современных систем регистрации кинематических характеристик движений человека является аппаратно-программный комплекс «Qualisys» (Швеция). В настоящее время данная оптическая система имеется в распоряжении лаборатории биомеханики НИИ Спорта РГУФКСМиТ. Данная система включает в себя 8 камер, позволяющих проводить трехмерную биомеханическую съемку с частотой до 500 Гц, аналого-цифровой преобразователь и специализированное программное обеспечение «Qualisys track manager». Данное программное обеспечение позволяет рассчитывать линейную и угловую кинематику различных опорных точек тела человека и суставных углов. При проведении биомеханической съемки опорные точки тела испытуемого отмечаются специальными маркерами, имеющими светоотражающую поверхность. Маркеры позволяют точно отслеживать изменение опорных точек в трехмерном пространстве, а также производить построение многозвенных моделей тела человека.

Для изучения биомеханики ударных действий при разбивании досок Московская Федерация Кёкусинкай (МФК) совместно с лабораторией биомеханики НИИ Спорта РГУФКСМиТ начали совместные исследования кинематических характеристик квалифицированных спортсменов при разбивании досок с конечной целью совершенствования техники нанесения

ударов. Ниже представлены предварительные результаты первой серии демонстрационных тестов по разбиванию одиночных досок кулаком в условиях их свободного подвеса (прямым и круговым ударом), а также стопки из 3-х досок, уложенной на стойках. Исполнителем тестов выступал мастер спорта Сергей Киреев (3-й дан), победитель Открытого Кубка МФК по тамэсивари «Крутой кулак» (2012 г.) в абсолютной весовой категории (его собственный вес – 90 кг).

1. Задачи исследований.

Главным заданием для исполнителя тамэсивари было достижение максимальной скорости ударов без стремления к разбиванию максимального количества досок. Задача диагностики состояла в регистрации изменения по времени скорости характерных точек основных звеньев тела, участвующих в ударе, в процессе их разгона, соударения с досками и последующего торможения. Характерные точки (места крепления маркеров) показаны на фотографии (рис.1). Частота следования кадров при съемке составляла 200 Гц.



Рис.1. Места крепления маркеров.

В приведенных ниже результатах измерений представлены значения модулей пространственных векторов скоростей характерных точек звеньев, именуемых в дальнейшем просто как скорость кулака (маркер на тыльной стороне кисти), локтя (маркеры в районе локтевого сустава), плеча (маркер в районе плечевого сустава). Для разбивания использовались хвойные доски с размерами 300x200x24 мм.

2. Результаты исследований.

2.1. Разбивание кулаком (сэйкэн цуки) стопки из 3-х досок на стойках.

Процесс разбивания стопки из 3-х досок, замедленный в 8 раз, представлен на кадрах скоростной видеосъемки (см. прикрепленный файл «Разбивание досок на стойках»).

Разбивание досок осуществлялось с использованием оригинальной техники удара, детали которой (вместе с траекториями характерных точек звеньев тела) можно отследить при просмотре видеоролика. В основу разработки этой техники ставились задачи обеспечения высокой скорости кулака, приближения его траектории к центральной нормали (по отношению к поверхности доски), включения в удар возможно большей ударной массы. Перед началом удара спортсмен находится в высокой стойке. В этом положении осуществляется легкое выпрыгивание вверх с приземлением в низкую длинную позицию (за счет отвода задней ноги). За это время локоть ударной руки поднимается вверх, предплечье занимает положение, близкое к нормали, и начинает с ускорением двигаться вниз. В момент удара происходит сложение скоростей центра массы тела, верхней части туловища, плеча и предплечья. Диаграммы изменения по времени скоростей кулака, локтя и плеча приведены на рис.2.

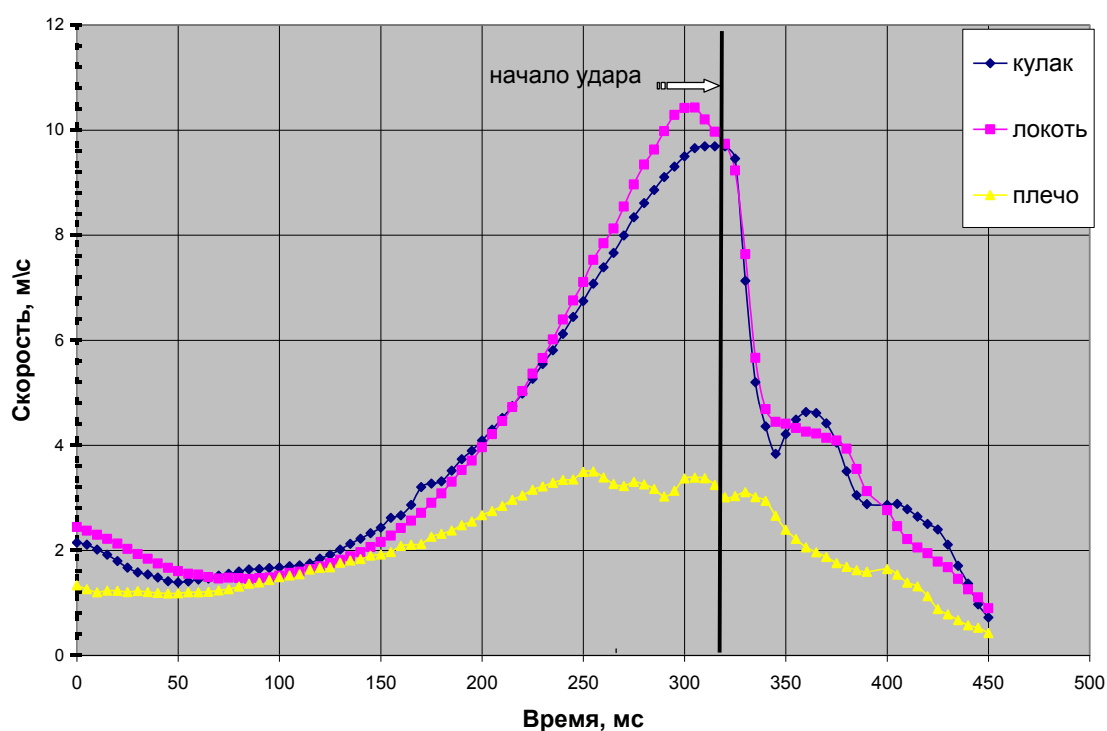


Рис.2. Изменение скоростей звеньев тела при разбивании кулаком стопки из 3-х досок на стойках.

Скорость кулака в момент начала удара составляла 9,69 м/с, локтя – 9,73 м/с, плеча – 3,01 м/с. Максимальная скорость кулака практически совпадает по величине со скоростью в момент начала удара. Скорость локтя (точнее – модуль скорости) перед ударом превышает скорость кулака. Это свидетельствует о наличии поперечной составляющей скорости предплечья в зоне локтевого сустава, связанной с распрямлением руки в локтевом суставе в этот период времени. Заметный вклад в скорость кулака (3 м/с) вносит смещение вниз центра тяжести тела вместе с наклоном корпуса и разворотом плеч. Представленные кинематические характеристики дают основания считать, что предложенная техника удара при ее правильном исполнении может повысить эффективность разбивания досок.

3.2. Разбивание доски прямым ударом кулака (сэйкэн гяку цуки) при свободном подвесе.

Видеозапись процесса разбивания доски представлена ниже (см. прикрепленный файл «Разбивание доски на весу»). Как видно, этот процесс включает активное смещение корпуса вперед и разворот плеч (верхней части корпуса) вокруг позвоночника. Диаграммы изменения скоростей звеньев тела приведены на рис.3.

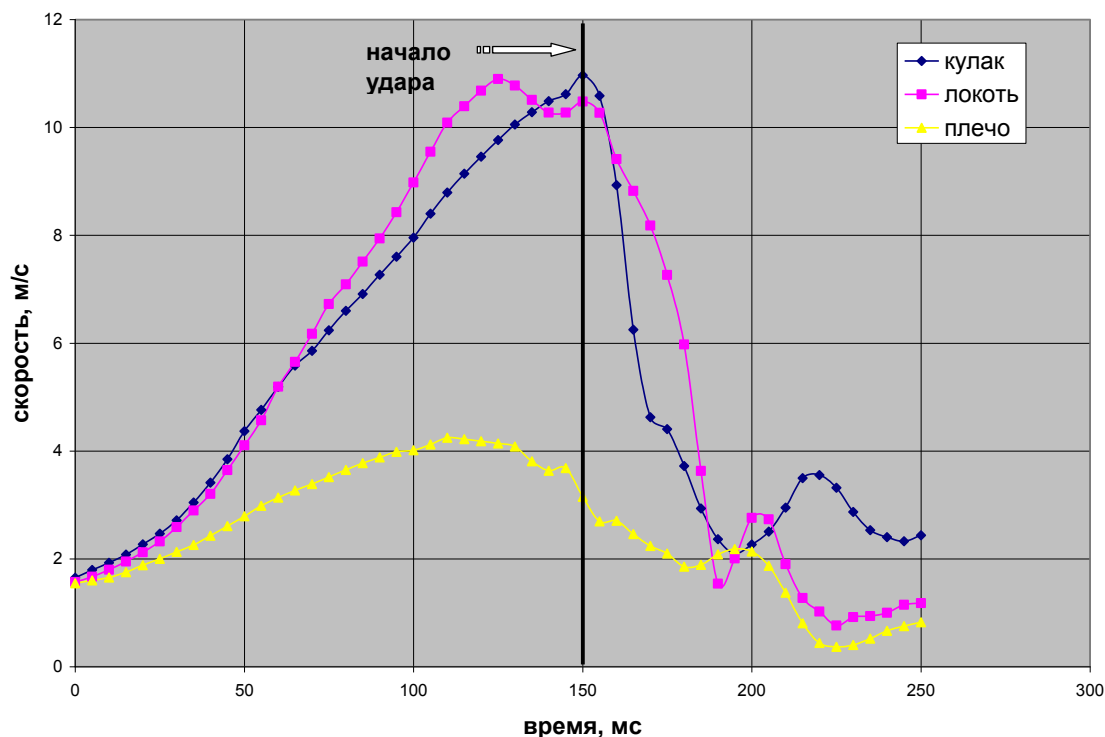


Рис.3. Изменение скоростей звеньев тела при разбивании доски прямым ударом кулака в условиях свободного подвеса.

Скорость кулака в начальный момент удара была максимальной и составляла 10,97 м/с. Скорость локтя в этот момент была равна 10,48 м/с, скорость плеча – 3,15 м/с. Сопоставление диаграмм скоростей различных звеньев тела

позволяет выявить малейшие несовершенства при исполнении техники удара, которые можно обнаружить только с помощью данной системы диагностики. В частности, в момент начала удара скорость плеча (в районе плечевого сустава) снизилась по сравнению с максимальным значением (4,25 м/с) на 1,1 м/с. На такую же величину могла снизиться максимальная скорость кулака. В случае более точной (оптимальной) синхронизации перемещения плечевого сустава и кулака конечную скорость ударного звена можно увеличить на 10%, а кинетическую энергию – на 20%.

3.3. Разбивание доски круговым ударом кулака (сэйкэн маваси цуки) при свободном подвесе.

Диаграммы изменения скоростей звеньев тела при разбивании доски круговым ударом кулака приведены на рис.4.

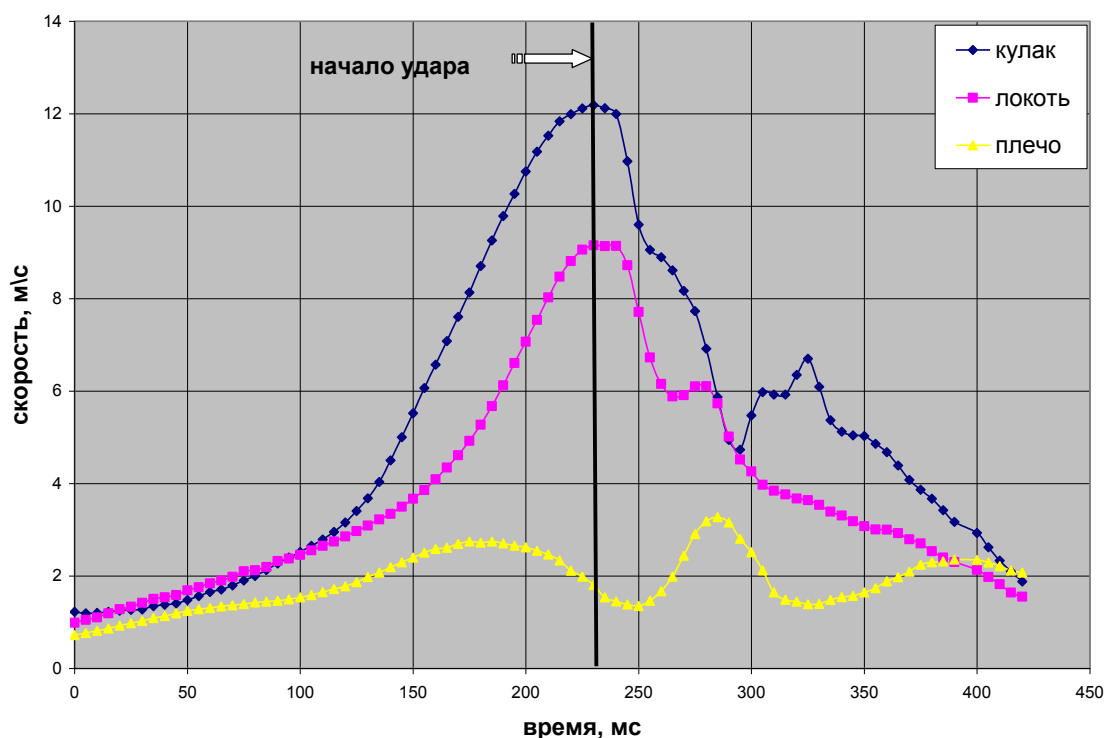


Рис.4. Изменение скоростей звеньев тела при разбивании доски на весу круговым ударом кулака.

При круговом ударе кулака его скорость оказалась наиболее высокой (12,19 м/с) по сравнению с другими вариантами разбивания досок. Скорость локтя в момент начала удара составляла 9,15 м/с. Разницу в значениях скоростей кулака и локтя можно объяснить разным расстоянием их характерных точек от общей оси вращения звеньев при одинаковой угловой скорости. Скорость плеча к моменту начала удара уже прошла через свой максимум (2,74 м/с) и снизилась до значения 1,81 м/с. Это означает, что при круговом ударе (как и в предыдущем варианте разбивания досок прямым ударом кулака) есть резервы повышения эффективности ударов за счет более строгой синхронизации движения звеньев тела.

Выводы

1. С использованием диагностической системы Qualisys впервые получены экспериментальные данные по скоростным характеристикам кулака, локтя и плеча каратиста в условиях разбивания досок на стойках и свободном подвесе.
2. Скорость кулака при разбивании досок на стойках с применением оригинальной техники удара достигала 9,69 м/с, при разбивании прямым ударом кулака в свободном подвесе – 10,97 м/с, при разбивании круговым ударом в свободном подвесе – 12,97 м/с.
3. Технические возможности диагностической системы позволяют с высокой точностью определять индивидуальные кинетические характеристики каратистов, изучать механизмы, закономерности и особенности разбивания предметов, совершенствовать технику нанесения ударов.

Источники информации

1. Накаяма М. Динамика каратэ. – Новосибирск: СО РАН, 1993.
2. В. Лялько. Тренажеры в боевых искусствах. Под ред. А. Е. Тараса. Минск, «ХАРВЕСТ», 1998.