

УДК 685.635.54

Н. Ю. Шелемет, А. С. Чуйков

Белорусский государственный технологический университет

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КЛЮШКАМ
ДЛЯ ХОККЕЯ НА ТРАВЕ (ОБЗОР)**

Статья включает обзор требований, предъявляемых Международной федерацией хоккея на траве, к длине клюшки, ее массе, форме крюка и лезвия, его размерам, высоте стрелы прогиба, удалению ее высоты от основания, толщине клюшки и другим параметрам, отклонение от которых в спортивном изделии не допускается. Также в ней описаны методы и инструменты, используемые для контроля допустимых отклонений в конструктивных элементах изделия, и некоторые эксплуатационные особенности данного спортивного инвентаря. Изделие должно обладать высокой прочностью и долговечностью, поскольку хоккей на траве является контактным видом спорта. Рассмотрены конструктивные элементы клюшек для хоккея на траве, особенности их форм, которые могут меняться в зависимости от параметров, характерных конечному продукту. Данные конструктивные особенности зависят от уровня игры спортсмена, его силы, позиции которую он занимает на поле, стиля игры и других факторов. Отражены преимущества, получаемые игроком в хоккей на траве, в зависимости от характеристик, которыми обладает выбранный спортивный инвентарь. В частности, клюшки с меньшей массой чаще предпочитают игроки нападения, так как такой спортивный инвентарь обеспечивает более высокое динамическое управление мячом.

Ключевые слова: клюшка, хоккей на траве, особенность, требования, характеристики, масса, жесткость, длина, элемент, крюк.

Для цитирования: Шелемет Н. Ю., Чуйков А. С. Геометрические особенности конструктивных элементов и требования, предъявляемые к клюшкам для хоккея на траве (обзор) // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 1 (264). С. 165–176. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-264-18.

N. Yu. Shelemet, A. S. Chuikov

Belarusian State Technological University

**GEOMETRIC FEATURES OF STRUCTURAL ELEMENTS AND REQUIREMENTS
FOR FIELD HOCKEY STICKS (REVIEW)**

The article includes an overview of the requirements imposed by the International Field Hockey Federation on the length of the stick, its mass, the shape of the hook and blade, its dimensions, the height of the deflection boom, the distance of its height from the base, the thickness of the stick and other parameters, the deviation from which in a sports product is not allowed. The methods and tools used to control the tolerances in the structural elements of the product are also described. Some operational features of this sports equipment are described. The product must have high strength and durability, since field hockey is a contact sport. The structural elements of a stick for field hockey, the features of their forms, which can vary depending on the parameters that the final product should have, are considered. These design features depend on the level of the athlete's game, his strength, the position he occupies on the field, the style of play and other factors. The advantages that a field hockey player receives, depending on the characteristics that the selected sports equipment has, are described. In particular, clubs with less mass are more often preferred by attacking players, as such sports equipment provides higher dynamic ball control.

Keywords: stick, field hockey, feature, requirements, characteristics, mass, stiffness, length, element, hook.

For citation: Shelemet N. Yu., Chuikov A. S. Geometric features of structural elements and requirements for field hockey sticks (review). *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2023, no. 1 (264), pp. 165–176. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-264-18 (In Russian).

Введение. История появления хоккея на траве до конца не известна. По некоторым данным, он появился еще около 2000 года до нашей эры. Об этом свидетельствует находка изображения

двух игроков с клюшками, борющимися за мяч, на пирамиде рядом с населенным пунктом Бени Хасан (долина Нила). Подобные игры были и у японцев с индейцами-ацтеками. На стекле

вitraжа в северном хореале Кентерберийского кафедрального собора в Англии нарисован ребенок, который держит клюшку и мяч, данное изображение относят к XII веку [1].

Более широкое распространение хоккей на траве получил в XIX веке в Англии. В него играли ученики школ, студенты высших учебных заведений. Это способствовало развитию игры. И уже в 1861 году в Англии был образован первый хоккейный клуб, который носил название «Блэкхит». К концу 1970-х годов хоккей на траве стал самым популярным видом спорта среди студентов Оксфордского и Кембриджского университетов. Первый официальный матч по хоккею на траве прошел между студентами именно этих учебных заведений [2]. Согласно правилам, в хоккей на траве играют 2 команды, в каждую из которых входит 11 человек. Основной инвентарь – клюшки и мяч. В состав команды входят 1 вратарь, игроки защитной линии, полузащитники и нападающие. Победу одерживает команда, которая забила сопернику большее количество мячей. Для достижения этой задачи разрешено пользоваться только клюшкой. Мячи, забитые с помощью ног или рук, не засчитываются. Однако вратарь имеет право играть и ногами, и руками. Игра длится 2 тайма по 35 мин, если за это время победитель не определен, то фиксируется ничья или назначается дополнительное время, по истечению которого будет выявлен победитель [3].

Хоккей на траве является олимпийским видом спорта и одной из самых распространенных в мире спортивных игр. Наибольшей популярностью хоккей на траве пользуется в Индии, Пакистане, Австралии, а также Испании, Нидерландах, Великобритании, США и Канаде. На сегодняшний день число людей, увлекающихся хоккеем на траве или его разновидностью в крытых помещениях – индорхоккеем, превышает 70 млн человек [4].

В Республике Беларусь в настоящее время хоккей на траве набирает популярность. Женская национальная команда Республики Беларусь является постоянным участником чемпионатов Европы высшего дивизиона. Дважды становилась серебряным, 4 раза бронзовым призером, а в январе 2020 года стала чемпионом Европы [5]. В связи с ростом популярности данного вида спорта возрастает и спрос на спортивный инвентарь.

Конструкция клюшки для хоккея на траве на протяжении последних десятилетий подвергалась значительным изменениям, как с целью ее более эффективного использования и достижения высоких спортивных результатов, так и для того, чтобы игроки находились в равных

условиях. В связи с тем что хоккей на траве является контактным видом спорта, где нередко случаются травмы спортсменов, Международная федерация хоккея на траве (FIH) предъявляет особые требования, которым должна соответствовать хоккейная клюшка. Из-за постоянного контакта клюшек игроков друг о друга и для поддержания определенного темпа игры спортивный инвентарь должен обладать определенными эксплуатационными свойствами. При подборе клюшки нужно учитывать возраст, уровень игры, рост, силу игрока, а также позицию, которую он занимает на поле. Все это необходимо принимать во внимание при дальнейшем производстве клюшек.

В связи с этим анализ конструктивных элементов и требований, предъявляемых к ним, позволит в дальнейшем создать отечественный продукт, способный конкурировать с зарубежными аналогами.

Основная часть. Современные клюшки для хоккея на траве имеют традиционную форму, состоящую из рукоятки (a) и крюка (b) (рис. 1) [6].



Рис. 1. Клюшка для хоккея на траве

В хоккее на траве играют только правой рукой, поэтому все клюшки изготавливают под правую руку. Игровой стороной клюшки является левая часть спортивного инвентаря. Спортсменам запрещается играть обратной стороной клюшки (рис. 2) [7].



Рис. 2. Игровая (a) и обратная (b) сторона клюшки

Рукоятка имеет форму цилиндра, чаще всего диаметром 25 или 30 мм [8]. Она предназначена для удерживания клюшки, а ее цилиндрическая форма способствует равномерному распределению нагрузки на кисти и пальцы спортсмена при ударах и обработке мяча [9].

Рукоятку разделяют на 3 участка (рис. 3). Участок (b) представляет собой переходную

область между рукояткой (а) и лезвием (б). На этом сегменте происходит изменение формы сечения клюшки от окружности (сечение А-А) к более вытянутой форме, напоминающей усеченный полукруг (сечение Б-Б) с закругленными краями [10].

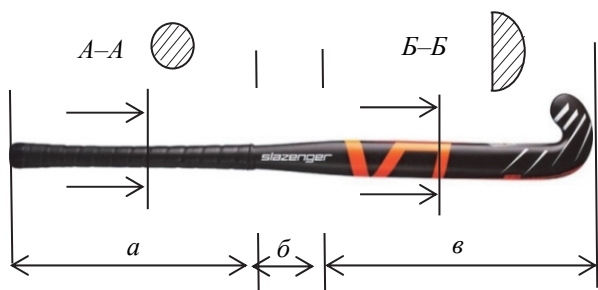


Рис. 3. Элементы рукояти клюшки для хоккея на траве

Далее описаны требования, которые предъявляют к клюшкам для хоккея на траве. Отклонения от данных характеристик не допускаются.

Форму и размеры проверяют путем размещения клюшки игровой стороной вниз на ровной поверхности, на которую нанесены линии, показанные на рис. 4. Линии А-А, А1-А1, В-В, В1-В1 и (Y+)-(Y-) параллельны и перпендикулярны линиям С-С и (X-)-(X+). В табл. 1 указаны размеры, отраженные на рис. 4.

Линия (Y+)-(Y-) проходит через центр в верхней части рукояти. Рукоять клюшки начинается от линии С-С и продолжается в направлении Y+.

Основание крюка клюшки располагается на стыке с линией (X-)-(X+); крюк клюшки начинается от линии (X-)-(X+) и заканчивается на линии С-С [10].

Линейные размеры клюшки оцениваются вместе с любыми покрытиями, обмотками или отделкой, которые являются частью спортивного инвентаря.

Таблица 1

Размеры клюшки для хоккея на траве

Расстояние между линиями	Значение, мм
А-А и А1-А1	51
А-А и В-В	20
А1-А1 и В1-В1	20
А-А и (Y+)-(Y-)	25,5
С-С и (X-)-(X+)	100

Форму и характер поверхности клюшки, как правило, описывают следующим образом:

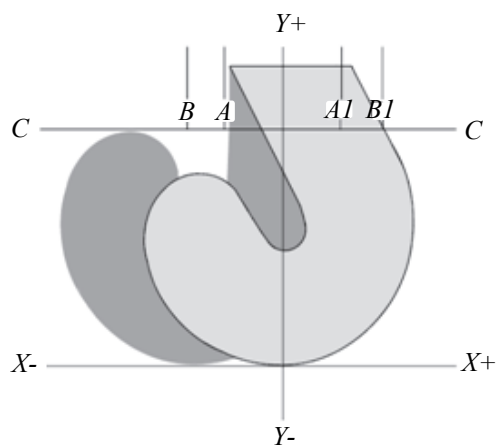
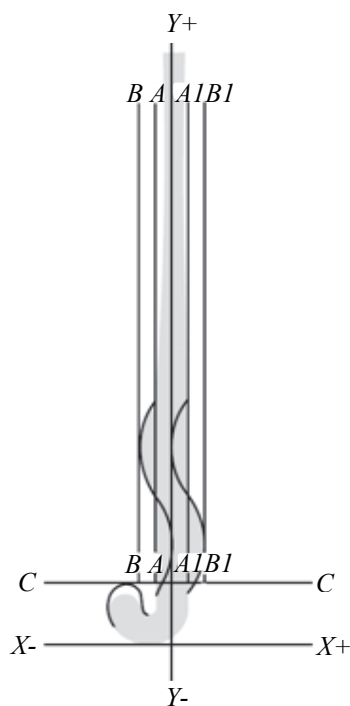


Рис. 4. Допустимые форма и размеры клюшки для хоккея на траве

1) гладкая – поверхность без шероховатых и острых частей, ровная и равномерная, без заметных выступов, углублений, морщин, канавок и надразов. Края должны иметь закругление с радиусом не менее 3 мм;

2) плоская – поверхность без искривлений выпуклых и вогнутых частей, имеющих радиус менее 2 мм, гладко сопрягающаяся на краях с радиусом не менее 3 мм;

3) непрерывная – равномерная поверхность вдоль всего предмета.

Переход от рукояти к крюку должен быть гладким и непрерывным.

Крюк должен быть выполнен в форме буквы «J» или «U», иметь загиб вверх, открытый конец

которого ограничен линией $C-C$ (см. рис. 4), но он не ограничивается по ширине в пределах линий $C-C$ и $(X-)-(X+)$ в направлении $(X-)$ или $(X+)$.

Крюк должен иметь плоскую поверхность только с левой стороны (сторона, которая находится слева от игрока, когда он держит клюшку перед собой, направленную вперед открытым концом крюка) [11].

Игровая сторона крюка может иметь выпуклость или вогнутость с гладким и непрерывным профилем [10]. Данный параметр проверяют путем размещения поверенной линейки длиной 53 мм поперек клюшки в любой точке игровой стороны. После чего измеряют значение параметра с использованием стандартного глубиномера. Для этой цели также можно использовать инструмент для измерения загиба, показанный на рис. 5. Глубина кривизны игровой стороны клюшки под линейкой не должна превышать 4 мм [10].

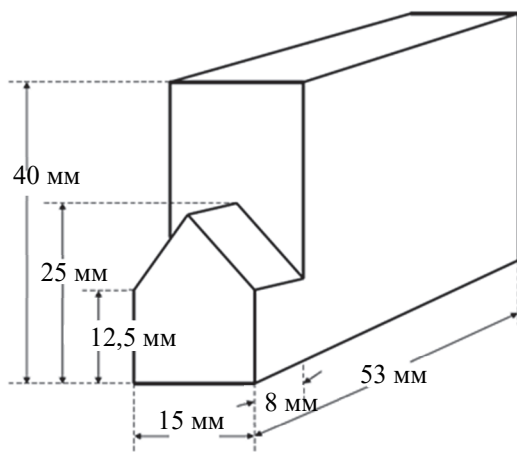


Рис. 5. Инструмент для измерения загиба клюшки

Другие углубления на игровой стороне клюшки не допускаются. Игровая сторона крюка клюшки и любое ее продолжение по рукоятки должны быть гладкими.

Скручивание лезвия, а также скручивание вдоль плоской игровой стороны клюшки от крюка и вдоль любого продолжения ее по рукоятки не допускаются. Пересечение плоскости, образуемой плоской игровой стороной крюка клюшки с любой плоскостью, образуемой всей или частью плоской стороны рукоятки, должно оставаться параллельным линии $C-C$ [12].

Допускается, чтобы рукоять имела такие изгиб или искривление, чтобы отклоняться за линию $A-A$ в пределах линии $B-B$ или (но не одновременно) за линию $A1-A1$ в пределах линии $B1-B1$ (см. рис. 4) [10].

Любой изгиб по длине клюшки должен иметь плавный профиль по всей длине с игро-

вой или с обратной стороны клюшки, но не с обеих сторон, и не должен превышать по глубине 25 мм (рис. 6). Точка максимального загиба должна быть не ближе 200 мм к основанию крюка (линия $(X-)-(X+)$ на рис. 4). Не допускается более одного изгиба [12].

Клюшку опускают игровой стороной вниз на ровную поверхность в естественном состоянии покоя, как показано на рис. 6. Для измерения высоты стрелы прогиба используют инструмент, показанный на рис. 5, который кладут своим основанием на испытательную поверхность. Конеч инструмент, имеющий высоту 25 мм, не должен проходить свободно на глубину более 8 мм под клюшку в любой точке; т. е. инструмент не должен проходить под спортивным инвентарем беспрепятственно до момента, когда край клюшки коснется оставшейся части инструмента [10].

Края и неигровая (обратная) сторона спортивного инвентаря должны быть закругленными и иметь непрерывный гладкий профиль. Плоские части на краях или обратной стороне клюшки не допускаются [10].

Разрешается наличие гладких и мелких неровностей и углублений с максимальной глубиной 4 мм на обратной стороне лезвия. Не допускаются неровности и углубления на обратной стороне крюка спортивного инвентаря [10].

Со всеми дополнительными покрытиями клюшка должна проходить через кольцо с внутренним диаметром 51 мм.

Общий вес спортивного инвентаря не должен превышать 737 г.

Длина клюшки при измерении от конца ручки до основания крюка (линия $(X-)-(X+)$ на рис. 4) не должна превышать 105 см [11].

Скорость мяча должна быть не выше, чем 98% скорости крюка клюшки в тестовых условиях [12].

Скорость мяча определяется по серии из 5 тестов при скорости клюшки 80 км/ч на симуляторе лаборатории, одобренной ФИН. Скорость мяча рассчитывается по времени прохождения им двух измерительных точек и выражается как отношение к указанной скорости клюшки. Используются одобренные ФИН мячи. Тест проводится в лабораторных условиях при температуре около 20°C и относительной влажности около 50% [10].

Клюшка не должна иметь острых углов и граней. Клюшки, представляющие потенциальную опасность для игры, запрещены.

Клюшка и возможные дополнения могут быть изготовлены или содержать любой материал, кроме металла или металлических компонентов, при условии, что они подходят для игры в хоккей и не являются опасными.

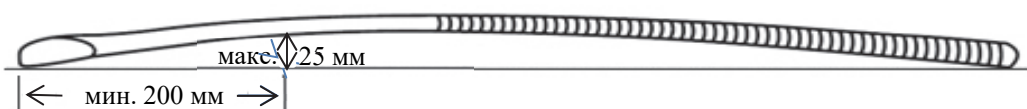


Рис. 6. Стрела прогиба клюшки

Применение антискользящих лент и смол допускается при условии, что они не являются опасными и что клюшка соответствует спецификациям [12].

Не смотря на то, что все клюшки для хоккея на траве состоят из одних и тех же конструктивных элементов, описанных выше, в хоккее на траве играют люди разного роста, силы, различной возрастной категории, имеющие разный уровень мастерства и разнообразный стиль игры. Поэтому для разных типов игроков изготавливают спортивный инвентарь с определенными характеристиками, которые больше всего для них подходят. Таким образом, в зависимости от условий эксплуатации клюшки будут меняться ее параметры, такие как длина, конструкция крюка, стрела прогиба, смещение крюка, масса клюшки, центр тяжести, жесткость, прочность и другие, в результате чего образуется множество конструктивных особенностей клюшек для хоккея на траве, которые необходимо учитывать при их дальнейшем производстве [13].

Как правило, длина клюшки для хоккея на траве зависит от роста игрока. Длина изделия может варьироваться от 60 до 105 см с градацией приблизительно в 2 см. Основная рекомендация заключается в том, чтобы верхняя часть хоккейной клюшки доходила до верхней части бедренной кости (рис. 7) [14].

При этом каждый размер спортивного инвентаря обладает своими достоинствами и недостатками. Длинная клюшка чаще используется защитниками или игроками полузащиты, для того чтобы увеличить расстояние на которое они могут дотянуться для удара по мячу, в то время как более короткие клюшки предпочтительнее для нападающих, так как обеспечивают лучший контроль, маневрируемость и управление мячом. Несмотря на это, игрок всегда должен чувствовать себя комфортно с хоккейной клюшкой, которой он играет [15].

Есть два стандартных метода определения длины клюшки в зависимости от роста: американский и голландский (рис. 7) [16].

Суть американского метода заключается в том, что если клюшку держать сбоку перпендикулярно земле, то длина наиболее подходящей клюшки будет на 3–6 см выше талии.

Голландский метод подразумевает, что лучшая длина клюшки равняется расстоянию между подмышечной областью и коленной чашечкой.

Как правило, производители клюшек для игры в хоккей на траве занимаются изготовлением клюшек трех видов (легких, средних и тяжелых), которые отличаются по весу одна от другой на 30–40 г.

Длина клюшки для хоккея на траве			
Американский метод		Голландский метод	
Рост, см	Длина клюшки, см	Рост, см	Длина клюшки, см
<122	<70	<122	<70
122–134	70–76	122–134	70–76
137–143	76–80	137–143	76–80
144–152	80–84	144–152	80–84
153–165	84–88	153–165	84–88
167–171	88–92	167–171	88–92
173–177	92–96	173–177	92–96
>180	>96	>180	>96

Рис. 7. Определение длины клюшки в зависимости от роста американским и голландским методом

Непрекращающийся процесс совершенствования клюшек для игры в хоккей на траве, изготовленных из более легких композиционных материалов, благодаря которым инвентарь обретает большую жесткость, одновременно имея небольшую массу, привел к тому, что производители стали выпускать так называемые суперлегкие клюшки [17]. Клюшки распределяют по типам в зависимости от их массы следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение клюшек на типы
в зависимости от массы**

Масса, г	Тип клюшки
510–550	Суперлегкая
540–600	Легкая
590–630	Средняя
620–737	Тяжелая

Чем сильнее игрок, тем проще ему будет контролировать более тяжелую клюшку. Если клюшка будет весить слишком много для игрока, это негативно отразится на его игре. Поэтому игроки все чаще выбирают легкие и суперлегкие хоккейные клюшки [18].

Игроки защиты часто делают более сильные передачи на дальние расстояния или же отборы мяча наряду с блокировками. Именно поэтому им нужна более тяжелая клюшка, с помощью которой можно увеличить силу удара и не дать ей уйти в сторону в случае блокировки. Тяжелые клюшки более долговечны, так как при их производстве используется большее количество материала. Нападающие чаще предпочитают легкие клюшки, так как при их использовании можно быстрее совершать замах назад. Также они дают возможность лучше контролировать мяч и управлять им по собственному усмотрению [19].

Стоит отметить, что положение центра тяжести и масса клюшки влияет на такие параметры, как скорость игры и сила удара. Таким образом, при смещении центра тяжести ближе к рукоятке и уменьшении массы клюшки повышается маневренность игрока и контроль мяча. При смещении центра тяжести ближе к крюку и увеличении массы клюшки – увеличивается сила удара [20].

Прочность клюшки для хоккея на траве в большей степени зависит от материалов, из которых она изготовлена. Международная федерация хоккея на траве не допускает металлических элементов конструкции в связи с опасностью травмирования игроков [21]. Двумя основными материалами, из которых изготавливают клюшки, являются древесина и композиционный ма-

териал [22]. Древесина – это природный материал, она не имеет высокой прочности и долговечности, поэтому для таких клюшек требуется дополнительное армирование [23]. Композиционный материал изготавливают из графитового волокна, кевлара и стекловолокна, объединенных при помощи полимерного связующего. Такой материал обладает высокой прочностью и долговечностью [24].

Жесткость оказывает влияние на несколько важных эксплуатационных характеристик. При увеличении жесткости уменьшается чувствительность клюшки [25]. Также жесткость является важнейшим параметром при броске мяча, поскольку любое малейшее искривление клюшки во время удара влияет на траекторию полета спортивного снаряда [26]. Когда игрок совершает бросок, он вначале заводит клюшку за спину, а затем опускает ее к мячу, таким образом он пользуется физическим свойством, известным как инерция вращения или момент инерции [27].

Инерция подразумевает, что объект, находящийся в движении, будет стремиться оставаться в движении до тех пор, пока не встретит противодействующую силу, а объект, находящийся в состоянии покоя, будет стремиться оставаться в покое, пока на него не подействует противодействующая сила.

Инерция вращения зависит от массы в конце диаметра дуги или поворота объекта. Чем больше сила, приложенная к мячу, и чем дальше она находится от центра вращения, тем больше момент инерции [28].

Не смотря на то, что клюшка для хоккея на траве является довольно жесткой, имеется второй способ увеличить силу удара хоккейной клюшкой за счет так называемого «эффекта рогатки». Первое, с чем соприкасается клюшка при броске, – не мяч, а покрытие. Таким образом, она сгибается и накапливает упругую энергию, которая высвобождается при соприкосновении с мячом [29].

В результате, если согнуть клюшку, не ускоряя ее, подобно тому, как лучник выпускает стрелу из лука, то при ударе на мяч будет действовать не только кинетическая энергия, полученная в результате соприкосновения клюшки с мячом, но и упругая энергия клюшки, высвобождаемая при ее разгибании [30]. Чем выше жесткость клюшки, тем большую силу необходимо приложить для того, что бы ее согнуть, а следовательно, тем сильнее должен быть игрок [31]. Стоит также отметить, что чем короче клюшка, тем будет выше ее жесткость [32].

Выделяют четыре основные формы крюка клюшки для хоккея на траве: укороченный, средний, удлиненный U-образный. Они скон-

струированы в зависимости от позиции игрока (рис. 8) [33].

Короткий крюк обеспечивает максимальную маневренность и ловкость, но при этом уменьшается поверхность для приема мяча и удара, что сказывается на качестве контроля мяча и также на силе удара. Более длинный крюк имеет большую площадь, что увеличивает возможности контроля, но снижает общую маневренность клюшки [34].

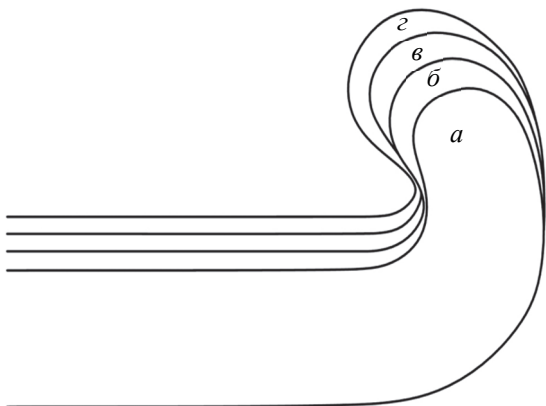


Рис. 8. Формы крюка клюшки для хоккея на траве:
а – укороченный; б – средний;
в – удлиненный; з – U-образный

Укороченный крюк отлично подходит для быстрого поворота клюшки над мячом. Обычно используется нападающими из-за его баланса, маневренности и контроля [35].

Средний крюк, безусловно, наиболее широко используемая форма для начинающих и ползащитников. Чуть длиннее, чем укороченный, он обеспечивает большую площадь ударной поверхности без значительного снижения маневренности, делаая рывки, приемы и обработку мяча проще и удобнее, что особенно важно для новых игроков [36].

Удлиненный – самый большой из стандартных крюков, который сочетает в себе дополнительную принимающую поверхность J-образного крюка и ударную силу среднего крюка. Такой вид крюка чаще всего предпочитают защитники из-за широкой ударной и принимающей поверхности крюка, а также большой силы удара [37].

U-образный крюк имеет дополнительную площадь поверхности, которая предназначена для улучшения контроля и эффективности ведения мяча, а также для игры клюшкой в обратном направлении. Лучше всего подходит для игроков с прямым стилем игры [38–39].

Почти каждая современная клюшка имеет изгиб по длине от рукоятки до крюка, который

необходим для того, чтобы проще поднимать мяч в воздух и увеличить силу удара. Большинство клюшек имеет высоту прогиба от 17 до 25 мм. Положение точки максимального прогиба может изменяться от основания рукоятки ближе или дальше к крюку, но должно находиться на расстоянии не менее 200 мм от основания крюка. Таким образом, изменяя положение центра тяжести клюшки, можно корректировать стиль игры [40–41].

Например, стандартный изгиб в равной степени полезен для всех областей игры, в то время как более высокий изгиб создает сильный угол наклона крюка. Такая конструкция позволяет повысить динамическое управление и упростить возможность подъема мяча. Выбор высоты прогиба зависит от предпочтений, возраста и уровня мастерства игрока [42].

Хотя параметры высоты прогиба и точки его удаления относительно основания крюка имеют огромное количество вариаций, все же выделяют 4 основных типа стрелы прогиба клюшки для хоккея на траве, которые обозначены на рис. 9 [43].

1. Сверхнизкий прогиб наиболее популярен среди профессиональных игроков. Он значительно облегчает подъем мяча. Экстремальный изгиб также обеспечивает идеальные условия для ведения мяча по полю. Обычно его высота составляет 24–25 мм, а положение точки наибольшей высоты находится на расстоянии 200 мм от основания крюка. Недостатком данного прогиба является низкий уровень контроля мяча [44].

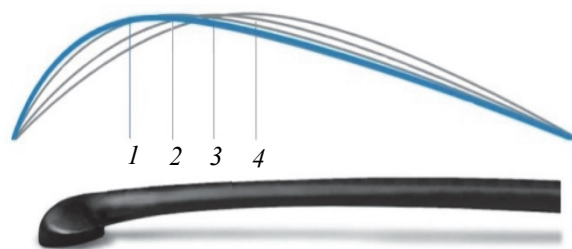


Рис. 9. Основные типы стрелы прогиба клюшки для хоккея на траве:

- 1 – сверхнизкий прогиб;
- 2 – низкий прогиб; 3 – средний прогиб;
- 4 – стандартный прогиб

2. Низкий прогиб разработан для универсальных игроков. Он объединяет в себе достоинства обеих форм. С одной стороны, он также облегчает подъем мяча и игру в воздухе, а с другой – не слишком экстремальная высота изгиба позволяет сохранять контроль над мячом на должном уровне. Высота прогиба для такого типа клюшек составляет 24 мм, а положение

точки его наибольшей высоты находится на расстоянии 220–250 мм от основания крюка [45].

3. Средний прогиб предназначен для улучшения возможности приема и контроля мяча. Клюшки с таким типом изгиба обеспечивают хорошее динамическое управление и возможность высокого маневрирования. Как правило, высота прогиба составляет 20–22 мм, а положение точки с его наибольшей высотой находится на расстоянии 250–300 мм от основания крюка [46].

4. Стандартный прогиб имеет классическую форму. Самая высокая его точка приходится на среднюю часть клюшки, что помогает максимизировать контроль над мячом, и в то же время позволяет выполнять сложные маневры. Клюшки с данным типом стрелы прогиба больше всего подходят для начинающих игроков. Высота изгиба составляет 17–20 мм, а ее положение находится на расстоянии 300–350 мм от основания крюка [47].

Клюшки могут быть изготовлены с изгибом рукояти (рис. 10) [48]. Такая конструкция увеличивает площадь поверхности при остановке и обработке мяча. Поэтому клюшки с данной особенностью конструкции получили наибольшую популярность у вратарей [49].

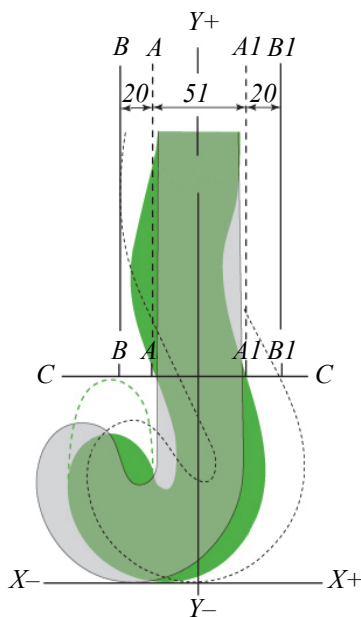


Рис. 10. Образец вратарской клюшки с изгибом рукояти в сторону крюка

Клюшки для хоккея на траве также изготавливают со смещением крюка назад (рис. 11). Из рис. 11, а видно, что (независимо от того имеет лезвие изгиб или нет) при совпадении центральной оси клюшки и мяча площадь контакта неполная из-за того, что часть шара находится в стороне от крюка. Для того чтобы исправить данную ситуацию и увеличить пятно

контакта, можно отклонить от вертикали ось рукояти путем смещения крюка назад, как показано на рис. 11, б. Такая клюшка закрывает большую часть мяча и уменьшает вероятность отклонения его траектории движения при остановке. Таким образом, данная конструкция клюшки предназначена для увеличения контроля над мячом, и поэтому также чаще используется вратарями [50].

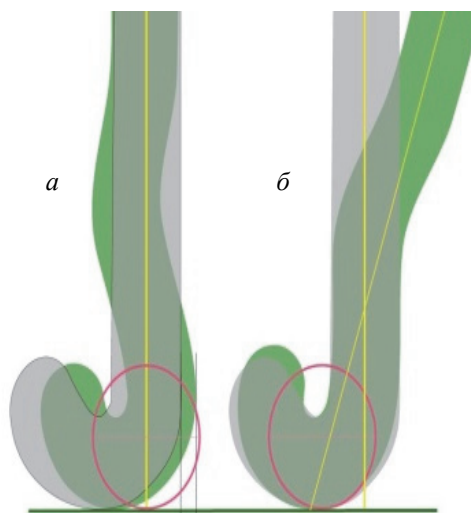


Рис. 11. Иллюстрация остановки мяча и удара по нему клюшкой с крюком со смещением и без

Заключение. Международная федерация хоккея на траве предъявляет к спортивному инвентарю ряд требований, от которых следует отталкиваться при разработке конструкции клюшки. Хоккей на траве является контактным видом спорта, где клюшка может испытывать серьезные нагрузки, поэтому она должна быть достаточно прочной и соответствовать определенным эксплуатационным параметрам. В настоящее время в Республике Беларусь производство клюшек для хоккея на траве не налажено ни на одном предприятии. Анализ зарубежного рынка спортивного инвентаря для хоккея на траве показал, что наибольшее распространение получили клюшки, выполненные из древесины и композиционных материалов. Ввиду высокой стоимости клюшек, а также сложившейся политической ситуации в мире закупка спортивного инвентаря за рубежом не представляется возможной. В связи с этим изучение геометрических особенностей конструктивных элементов и требований, предъявляемых к клюшкам для хоккея на траве, является первым шагом, необходимым для разработки отечественной технологии изготовления спортивного инвентаря и налаживания дальнейшего промышленного производства в Республике Беларусь.

Список литературы

1. Горбунова О. А., Прыткова Е. С. Развитие хоккея на траве в России // Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 23–24 окт. 2020 г. Воронеж, 2020. С. 292–295.
2. Физкультура и спорт. Малая энциклопедия / под ред. А. Н. Кудина. М.: Радуга, 1982. 376 с.
3. Федотова Е. В. Хоккей на траве. М.: Физическая культура и спорт, 2005. 279 с.
4. Ключка для хоккея на траве или индорхоккея: пат. RU 94868U1 / Г. В. Галашев. Опубл. 10.06.2010.
5. Хоккей на траве // Sportwiki. URL: <http://ru.sport-wiki.org/vidy-sporta/hockey-na-trave/> (дата обращения: 03.10.2022).
6. Hockey Stick Buying Guide // AllRounder. URL: <https://www.allrounderhockey.com/hockey-stick-guide/> (дата обращения: 13.10.2022).
7. Guillem Ribó Torres. Design of the supply chain for a new field hockey company in south america – Rio de Janeiro. Brasil, 2019. 82 p.
8. Все для хоккея на траве: технические характеристики // Fihockey.ru. URL: <https://www.fihockey.ru/tekhnicheskie-kharakteristiki-klyushek-dlya-khokkeya-na-trave> (дата обращения: 13.10.2022).
9. Гуревич А. Г. Физика твердого тела. СПб.: Невский диалект, 2004. 320 с.
10. Правила вида спорта «Хоккей на траве» (ред. от 19.02.2018) // Кодификация.рф. URL: <https://rulaws.ru/acts/Pravila-vida-sporta-hockey-na-trave> (дата обращения: 13.10.2022).
11. Королёв В. А. Хоккей на траве: технические требования к спортивному оборудованию, инвентарю и другим спортивно-технологическим средствам. М.: Сов. спорт, 2012. 16 с.
12. FIH. Rules of Hockey including explanations. Switzerland: The International Hockey Federation, 2018. 67 p.
13. Овчинников Ю. Д. Теоретические основы биомеханики движений. Краснодар: КГУФКСТ, 2014. 35 с.
14. How to pick the perfect field hockey stick // Harrodsport. URL: <https://www.harrodsport.com/advice-and-guides/hockey-stick-comparison> (дата обращения: 03.10.2022).
15. Хоккейные клюшки по росту игрока // Хоккейные архивы. URL: <https://hockeyarchives.ru/articles/kak-podobrat-klyushku-po-rostu.html> (дата обращения: 03.10.2022).
16. Field Hockey Stick Buyers Guide // SportsUnlimited. URL: <https://www.sportsunlimitedinc.com/how-to-buy-a-field-hockey-stick.html> (дата обращения: 04.10.2022).
17. Вес // FloorDesign. URL: https://www.sportsystems.ru/equip_hockey_manual_weight.html (дата обращения: 03.10.2022).
18. How to choose the right field hockey stick // AnthemSports. URL: <https://www.anthem-sports.com/how-to-choose-the-right-field-hockey-stick> (дата обращения: 03.10.2022).
19. Выбор клюшки // Хоккей без границ. URL: <https://hockeybezgranic.ru/khochu-igrat/vybor-klyushki> (дата обращения: 03.10.2022).
20. Hockey stick buying guide // Grays. URL: <https://www.grays-hockey.com/pages/hockey-stick-buying-guide> (дата обращения: 03.10.2022).
21. Кузьмин М. А., Лебедев Д. Л., Попов Б. Г. Расчеты на прочность элементов многослойных композитных конструкций. М.: МГТУ, 2016. 344 с.
22. Материалы // Fihockey.ru. URL: <https://www.fihockey.ru/materialy-klyushek-dlya-khokkeya-na-trave> (дата обращения: 19.10.2022).
23. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: МГУЛ, 2007. 351 с.
24. Препрег, армированный волокнами композитный материал и способ производства препрега: пат. RU 2509651C1 / Ф. Такаюки (JP), М. Дзун (JP), М. Аюми (JP), Й. Кенити (JP). Опубл. 26.01.2012.
25. Кашина С. Г. Защита от вибрации. Казань: Казан. гос. архитект.-строит. ун-т, 2012. 133 с.
26. Hockey stick // Encyclopedia. URL: <https://www.encyclopedia.com/manufacturing/news-wires-white-papers-and-books/hockey-stick> (дата обращения: 03.10.2022).
27. Момент инерции // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Момент_инерции (дата обращения: 03.10.2022).
28. Hockey Stick History // HowProductsareMade. URL: <http://www.madehow.com/Volume-4/Hockey-Stick.html> (дата обращения: 03.10.2022).
29. Rod Cross. Introduction to the Physics of Hockey Sticks // Tennis Warehouse University. URL: https://twu.tennis-warehouse.com/learning_center/index.php (дата обращения: 03.10.2022).

30. Как выбрать клюшку // Снаряд. URL: <https://snaryad.su/instrukcija-po-viboru-hokkejnoj-jekipirovki/kak-vibrat-klushku> (дата обращения: 03.10.2022).
31. Жесткость клюшки // СПОРТДЕПО. URL: <https://www.sportdepo.ru/how-to-choose-a-product/choosing-the-stiffness-of-the-stick/> (дата обращения: 19.10.2022).
32. Кузьмин М. А., Лебедев Д. Л., Попов Б. Г. Прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций. Теория и практикум. Расчеты на прочность элементов многослойных композитных конструкций. М.: МГТУ, 2012. 341 с.
33. Field Hockey Stick // Dimensoins. URL: <https://www.dimensions.com/element/field-hockey-stick> (дата обращения: 19.10.2022).
34. Клачков В. Э., Зиневич А. А., Матусевич О. С. Теория и методика спортивной подготовки в избранном виде спорта. Минск: Белорус. гос. ун-т физ. культуры, 2014. 597 с.
35. Форма ударной части клюшки (крюка) // Fihockey.ru. URL: <https://www.fihockey.ru/forma-udarnoi-chasti-klyushki-dlya-khokkeya-na-trave> (дата обращения: 19.10.2022).
36. Field Hockey Stick // Sportsmatik. URL: <https://sportsmatik.com/sports-corner/sports-equipage-detail/field-hockey-stick> (дата обращения: 19.10.2022).
37. Пушкина Е. А. Тактика в спортивных играх // Электронный научный журнал. 2016. № 5. С. 566–571.
38. How to choose a field hockey stick // Hockey Performance Academy. URL: <https://hockeyperformanceacademy.com/how-to-choose-a-field-hockey-stick/> (дата обращения: 19.10.2022).
39. STICK INNOVATION // MAZON. URL: <https://www.mazonhockey.com/pages/stick-technology> (дата обращения: 19.10.2022).
40. Загиб // FLOORDESIGN. URL: https://www.sportsystems.ru/equip_hockey_manual_bow.html (дата обращения: 19.10.2022).
41. Hockey stick buyers guide // NET WORLDS SPORTS. URL: <https://www.networldsports.co.uk/buyers-guides/hockey-stick-guide> (дата обращения: 19.10.2022).
42. Info & Size Guide – Hockey Sticks // FlickHockey. URL: <https://www.flickhockey.com/hockeyinfo/en/info-size-guide-hockey-sticks/> (дата обращения: 19.10.2022).
43. Low bow or mid bow Hockey Stick // Hockeyhooked. URL: <https://hockeyhooked.com/low-bow-or-mid-bow-hockey-stick/> (дата обращения: 19.10.2022).
44. Stick Guide // Planethockey. URL: <https://planethockey.co.za/pages/stick-guide> (дата обращения: 19.10.2022).
45. Atlas Stick Curves // Atlashockey. URL: <https://atlashockey.com.au/pages/atlas-stick-curves> (дата обращения: 19.10.2022).
46. Field hockey stick // En-Academic. URL: <https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/3662902> (дата обращения: 19.10.2022).
47. TK Technology // TK-hockey. URL: <https://www.tk-hockey.com/en/technology> (дата обращения: 19.10.2022).
48. Клюшка для хоккея на траве – Field hockey stick // ВикиБриф. URL: https://ru.wikibrief.org/wiki/Field_hockey_stick (дата обращения: 19.10.2022).
49. HOW TO CHOOSE THE RIGHT FIELD HOCKEY STICK // HFS Sport. URL: <https://hfssport.com/blogs/blogs/how-to-choose-the-right-field-hockey-stick> (дата обращения: 19.10.2022).
50. Field hockey stick // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Field_hockey_stick (дата обращения: 19.10.2022).

References

1. Gorbunova O. A., Prytkova E. S. Development of field hockey in Russia. *Igrovyye vidy sporta: aktual'nyye voprosy teorii i praktiki: sbornik statey III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Game sports: topical issues of theory and practice: digest of articles of III International scientific and practical conference]. Voronezh, 2020, pp. 292–295 (In Russian).
2. *Fizkultura i sport. Malaya entsiklopediya* [Physical culture and sport. Small encyclopedia]. Moscow, Raduga Publ., 1982. 376 p. (In Russian).
3. Fedotova E. V. *Khokkey na trave* [Field hockey]. Moscow, Fizicheskaya kul'tura i sport Publ., 2005. 279 p. (In Russian).
4. Galashev G. V. Stick for field hockey or indoor hockey. Patent RU 94868U1, 2010 (In Russian).

5. Field hockey. Available at: <http://ru.sport-wiki.org/vidy-sporta/hokkey-na-trave/> (accessed 13.10.2022) (In Russian).
6. Hockey Stick Buying Guide. Available at: <https://www.allrounderhockey.com/hockey-stick-guide/> (accessed 13.10.2022).
7. Guillem Ribo Torres. Design of the supply chain for a new field hockey company in south america – Rio de Janeiro. Brazil, 2019. 82 p. (In Russian).
8. Everything for field hockey. Technical characteristics. Available at: <https://www.fihockey.ru/tehnicheskije-kharakteristiki-klyushek-dlya-khokkeya-na-trave> (accessed 13.10.2022) (In Russian).
9. Gurevich A. G. *Fizika tverdogo tela* [Solid state physics]. St. Petersburg, Nevskiy Dialect Publ., 2004. 320 p. (In Russian).
10. Rules of the sport. Field Hockey. Available at: <https://rulaws.ru/acts/Pravila-vida-sporta-hokkey-na-trave> (accessed 13.10.2022) (In Russian).
11. Korolev V. A. *Hokkej na trave: tekhnicheskiye trebovaniya k sportivnomu oborudovaniyu, inventaryu i drugim sportivno-tekhnologicheskim sredstvam* [Field hockey: technical requirements for sports equipment, inventory and other sports and technological facilities]. Moscow, Sovetskiy sport Publ., 2012. 16 p. (In Russian).
12. FIH. Rules of Hockey including explanations. Switzerland, The International Hockey Federation, 2018. 67 p.
13. Ovchinnikov Yu. D. *Teoreticheskiye osnovy biomekhaniki dvizheniy* [Theoretical foundations of motion biomechanics. Textbook for students]. Krasnodar, KGUFKST Publ., 2014. 35 p. (In Russian).
14. How to pick the perfect field hockey stick. Available at: <https://www.harrodsport.com/advice-and-guides/hockey-stick-comparison> (accessed 03.10.2022).
15. Hockey sticks according to the height of the player. Available at: <https://hockeyarchives.ru/articles/kak-podobrat-klyushku-po-rostu.html> (accessed 03.10.2022) (In Russian).
16. Field Hockey Stick Buyers Guide. Available at: <https://www.sportsunlimitedinc.com/how-to-buy-a-field-hockey-stick.html> (accessed 04.10.2022).
17. Weight. Available at: https://www.sportsystems.ru/equip_hockey_manual_weight.html (accessed 03.10.2022) (In Russian).
18. How to choose the right field hockey stick. Available at: <https://www.anthem-sports.com/how-to-choose-the-right-field-hockey-stick> (accessed 03.10.2022).
19. Club choice. Available at: <https://hockeybezgranic.ru/khochu-igrat/vybor-klyushki> (accessed 03.10.2022) (In Russian).
20. Hockey stick buying guide. Available at: <https://www.grays-hockey.com/pages/hockey-stick-buying-guide> (accessed 03.10.2022).
21. Kuzmin M. A., Lebedev D. L., Popov B. G. *Raschety na prochnost' elementov mnogosloynnykh kompozitnykh konstruksiy* [Calculations for the strength of elements of multilayer composite structures]. Moscow, MGTU Publ., 2016. 344 p. (In Russian).
22. Materials. Available at: <https://www.fihockey.ru/materialy-klyushek-dlya-khokkeya-na-trave> (accessed 19.10.2022) (In Russian).
23. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye i lesnoye tovarovedeniye* [Wood science and forest commodity science]. Moscow, MGUL Publ., 2007. 351 p. (In Russian).
24. Takayuki F., Zun M., Ayumi M., Kenichi Yo. Prepreg, fiber reinforced composite material and prepreg production method Fujiwara. Patent RU 2509651C1, 2012 (In Russian).
25. Kashina S. G. *Zashchita ot vibratsii* [Vibration protection]. Kazan', Kazanskiy gosudarstvennyy arhitekturno-stroitel'nyy universitet Publ., 2012. 133 p. (In Russian).
26. Hockey stick. Available at: <https://www.encyclopedia.com/manufacturing/news-wires-white-papers-and-books/hockey-stick> (accessed 03.10.2022).
27. Moment of inertia. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Момент_инерции (accessed 03.10.2022) (In Russian).
28. Hockey Stick History. Available at: <http://www.madehow.com/Volume-4/Hockey-Stick.html> (accessed 03.10.2022).
29. Rod Cross. Introduction to the Physics of Hockey Sticks. Available at: https://twu.tennis-warehouse.com/learning_center/hockeyphysics.php (accessed 03.10.2022).
30. How to choose a stick. Available at: <https://snaryad.su/instrukcija-po-viboru-hokkejnoj-jekipirovki/kak-vibrat-klushku> (accessed 03.10.2022) (In Russian).
31. Stick stiffness. Available at: <https://www.sportdepo.ru/how-to-choose-a-product/choosing-the-stiffness-of-the-stick/> (accessed 19.10.2022)
32. Kuzmin M. A., Lebedev D. L., Popov B. G. *Prochnost', zhestkost', ustoychivost' elementov konstruksiy. Teoriya i praktikum. Raschety na prochnost' elementov mnogosloynnykh kompozitnykh*

konstruktsiy [Strength, rigidity, stability of structural elements. Theory and practice. Calculations for the strength of elements of multilayer composite structures]. Moscow, MGTU Publ., 2012. 341 p. (In Russian).

33. Field Hockey Stick. Available at: <https://www.dimensions.com/element/field-hockey-stick> (accessed 19.10.2022).

34. Klachkov V. E., Zinevich A. A., Matushevich O. S. *Teoriya i metodika sportivnoy podgotovki v izbrannom vide sporta* [Theory and methodology of sports training in the chosen sport]. Minsk, Belorusskiy gosudarstvennyy universitet fizicheskoy kultury Publ., 2014. 597 p. (In Russian).

35. The shape of the impact part of the club (hook). Available at: <https://www.fihockey.ru/forma-udarnoi-chasti-klyushki-dlya-khokkeya-na-trave> (accessed 19.10.2022) (In Russian).

36. Field Hockey Stick. Available at: <https://sportsmatik.com/sports-corner/sports-equipage-detail/field-hockey-stick> (accessed 19.10.2022).

37. Pushkina E. A. Tactics in sports games. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Electronic scientific journal], 2016, no. 5, pp. 566–571 (In Russian).

38. How to choose a field hockey stick. Available at: <https://hockeyperformanceacademy.com/how-to-choose-a-field-hockey-stick/> (accessed 19.10.2022).

39. Stick innovation. Available at: <https://www.mazonhockey.com/pages/stick-technology> (accessed 19.10.2022).

40. Bend. Available at: https://www.sportsystems.ru/equip_hockey_manual_bow.html (accessed 19.10.2022) (In Russian).

41. Hockey stick buyers guide. Available at: <https://www.networldsports.co.uk/buyers-guides/hockey-stick-guide> (accessed 19.10.2022).

42. Info & Size Guide. Available at: <https://www.flickhockey.com/hockeyinfo/en/info-size-guide-hockey-sticks/> (accessed 19.10.2022).

43. Low bow or mid bow Hockey Stick. Available at: <https://hockeyhooked.com/low-bow-or-mid-bow-hockey-stick/> (accessed 19.10.2022).

44. Stick Guide. Available at: <https://planethockey.co.za/pages/stick-guide> (accessed 19.10.2022).

45. Atlas Stick Curves. Available at: <https://atlashockey.com.au/pages/atlas-stick-curves> (accessed 19.10.2022).

46. Field hockey stick. Available at: <https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/3662902> (accessed 19.10.2022).

47. TK Technology. Available at: <https://www.tk-hockey.com/en/technology> (accessed 19.10.2022).

48. Field hockey stick. Available at: https://ru.wikibrief.org/wiki/Field_hockey_stick (accessed 19.10.2022) (In Russian).

49. HOW TO CHOOSE THE RIGHT FIELD HOCKEY STICK. Available at: <https://hfssport.com/blogs/blogs/how-to-choose-the-right-field-hockey-stick> (accessed 19.10.2022).

50. Field hockey stick. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Field_hockey_stick (accessed 03.10.2022).

Информация об авторах

Шелемет Никита Юрьевич – аспирант кафедры технологии дизайна и изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nikitashelemet88@gmail.com

Чуйков Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: offlex88@mail.ru

Information about the authors

Shelemet Nikita Yurievich – PhD student, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nikitashelemet88@gmail.com

Chuikov Aleksey Sergeevich – PhD (Engineering), Head of the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: offlex88@mail.ru

Поступила 15.10.2022