

УДК 799.322.2

Исследование геометрии лучных стрел Easton X10

Латкина Александра Сергеевна

latkinaas@student.bmstu.ru

Тумакова Екатерина Владимировна^(*)

tumakova_ekaterina@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В статье представлено исследование продольной геометрии древков лучных стрел Easton X10. Целью работы было количественное определение профиля внешнего диаметра вдоль длины стрелы и его возможного влияния на механические и аэродинамические свойства. В качестве объекта исследования использованы 12 алюминиево-карбоновых стрел Easton X10 жесткостью 600. Для каждой стрелы составлена размерная сетка с шагом 30 мм, в результате чего выполнены измерения 26 поперечных сечений. Результаты показывают характерную продольную вариацию диаметра: с повышенным диаметром в центре и уменьшенным по концам. Полученная детальная геометрия служит надежной базой для дальнейших исследований стрел.

Ключевые слова: стрельба из лука, стрелы, измерение, геометрия древков стрел, Easton X10

Research on the Geometry of Easton X10 Archery Arrows

Latkina Alexandra Sergeevna

latkinaas@student.bmstu.ru

Tumakova Ekaterina Vladimirovna^(*)

tumakova_ekaterina@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. This article presents a study of the longitudinal geometry of Easton X10 archery arrow shafts. The aim was to quantitatively determine the profile of the external diameter along the shaft and assess its potential influence on the mechanical and aerodynamic properties. The study used 12 aluminium-carbon Easton X10 shafts with a spine rating of 600. For each shaft a measurement grid with a 30 mm step was applied, yielding measurements at 26 cross-sections. The results show a characteristic longitudinal variation of diameter, with an increased diameter in the center and reduced diameter towards the ends. The obtained detailed geometry provides a reliable basis for further investigations of arrow behaviour.

Keywords: archery, arrows, measurement, geometry of arrow shafts, Easton X10

Введение. Точность выстрела зависит не только от навыков стрелка и внешних условий, но и от оборудования — лука и стрел [1]. В классической (олимпийской) стрельбе из лука особое внимание уделяется не только к материалам, но и геометрии древка: форме, толщине стенок и распределению диаметра вдоль его длины. Эти параметры в совокупности влияют на жесткость, массу, собственные частоты колебаний и аэродинамические свойства стрелы [1, 2]. Основной целью настоящей работы является определение гео-

метрических характеристик древка через построение продольного профиля внешнего диаметра.

Материалы и методы. Easton X10 — один из наиболее известных и широко используемых типов стрел среди лучников, стреляющих как из рекурсивного (олимпийского), так и блочного луков. Данные стрелы отличаются тем, что имеет бочкообразную форму древка: с утолщением в центре и уменьшением диаметра к концам [3].

В исследовании использовалось 12 древков алюминивно-карбоновых стрел Easton X10 жесткостью 600 и длиной 762 мм (30 дюймов). Каждому древку был присвоен уникальный номер для последующей идентификации результатов. Для измерения геометрии была составлена размерная сетка, равная длине стрелы, с шагом 30 мм, в результате чего на каждой стреле было выделено 26 поперечных сечений. Схема расположения сечений стрелы представлена на рис. 1.

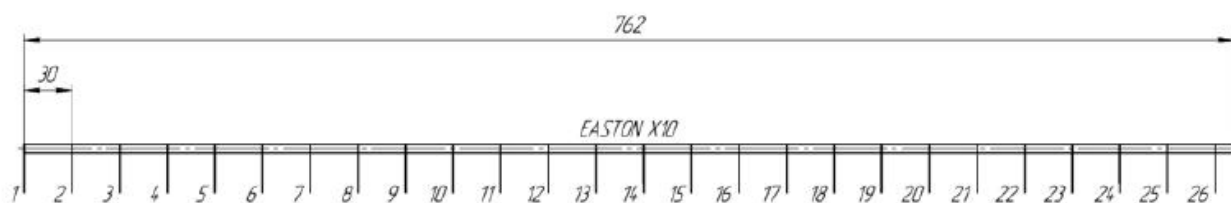


Рис. 1. Схема стрелы с нанесенной размерной сеткой

При проведении измерений использовался микрометр Norgau IP65, диапазон измерений 0–25 мм, цена деления 0,001 мм, предел допускаемой погрешности ± 4 мкм. Прибор имеет исполнение МКЦ и прошел поверку, что обеспечивает достоверность полученных данных. Измерения велись строго по маркировке на древке: от левого края (сторона наконечника) к правому (сторона хвостовика). Микрометр прижимался перпендикулярно оси древка. Во избежание систематических погрешностей древки фиксировались так, чтобы минимизировать прогиб и смещение при измерении. Обработка результатов выполнена при помощи программы Microsoft Excel.

Результаты. Результаты исследования представлены в таблице; все размеры приведены в миллиметрах.

Обсуждение полученных результатов. Построенная по данным измерений диаграмма (рис. 2) демонстрирует характерную продольную вариацию диаметра. На диаграмме выделяются 3 участка: начальное уменьшение диаметра вблизи наконечника, протяженная центральная область с максимальным значением и конечное сужение к хвостовику. Такая бочкообразная форма соответствует конструктивной идее данного типа древков и напрямую связана с механическими свойствами и баллистикой стрелы [1]. Эти особенности важны не только при оценке жесткости вдоль полета, но и для практического подбора наконечников, оперения и длины стрелы под индивидуальные параметры спортсмена [4].

Результаты исследований 12 древков алюминиево-карбоновых стрел Easton X10 жесткостью 600 и длиной 762 мм

Стрелы	Сечения																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	4,681	4,689	4,691	4,690	4,710	4,772	4,928	4,948	4,948	4,951	4,950	4,950	4,954	4,953	4,955	4,954	4,953	4,948	4,944	4,786	4,635	4,538	4,499	4,498	4,497	4,496
2	4,678	4,687	4,692	4,694	4,707	4,800	4,932	4,945	4,947	4,947	4,948	4,952	4,950	4,955	4,954	4,953	4,950	4,950	4,938	4,762	4,596	4,529	4,491	4,492	4,493	4,489
3	4,666	4,697	4,695	4,698	4,717	4,788	4,932	4,938	4,943	4,943	4,947	4,948	4,946	4,953	4,956	4,948	4,945	4,945	4,934	4,775	4,624	4,535	4,493	4,496	4,495	4,499
4	4,695	4,701	4,704	4,705	4,728	4,799	4,929	4,945	4,944	4,943	4,945	4,947	4,949	4,948	4,947	4,947	4,947	4,944	4,940	4,798	4,626	4,532	4,497	4,495	4,487	4,490
5	4,670	4,693	4,690	4,694	4,714	4,783	4,919	4,937	4,938	4,939	4,942	4,942	4,947	4,947	4,949	4,949	4,945	4,940	4,935	4,783	4,621	4,532	4,492	4,490	4,493	4,492
6	4,699	4,701	4,707	4,704	4,730	4,811	4,924	4,928	4,927	4,925	4,925	4,928	4,928	4,934	4,939	4,936	4,932	4,930	4,925	4,783	4,600	4,529	4,492	4,490	4,488	4,483
7	4,687	4,693	4,693	4,695	4,717	4,806	4,927	4,936	4,938	4,937	4,937	4,938	4,939	4,941	4,944	4,941	4,937	4,937	4,931	4,773	4,613	4,530	4,493	4,495	4,494	4,492
8	4,695	4,704	4,703	4,707	4,727	4,801	4,930	4,934	4,935	4,936	4,938	4,939	4,942	4,943	4,949	4,945	4,936	4,934	4,934	4,786	4,632	4,536	4,500	4,497	4,497	4,496
9	4,703	4,708	4,713	4,716	4,731	4,816	4,927	4,932	4,932	4,932	4,935	4,937	4,935	4,936	4,943	4,944	4,933	4,932	4,932	4,765	4,625	4,531	4,491	4,487	4,491	4,489
10	4,678	4,696	4,693	4,697	4,717	4,791	4,942	4,956	4,964	4,966	4,958	4,961	4,964	4,963	4,965	4,966	4,962	4,959	4,945	4,779	4,623	4,529	4,495	4,492	4,496	4,495
11	4,681	4,691	4,689	4,694	4,712	4,784	4,916	4,954	4,954	4,957	4,954	4,958	4,957	4,957	4,965	4,963	4,954	4,958	4,952	4,792	4,645	4,538	4,497	4,497	4,497	4,495
12	4,682	4,694	4,690	4,693	4,708	4,781	4,925	4,958	4,959	4,964	4,965	4,962	4,963	4,964	4,966	4,968	4,964	4,964	4,946	4,794	4,618	4,535	4,495	4,492	4,495	4,493

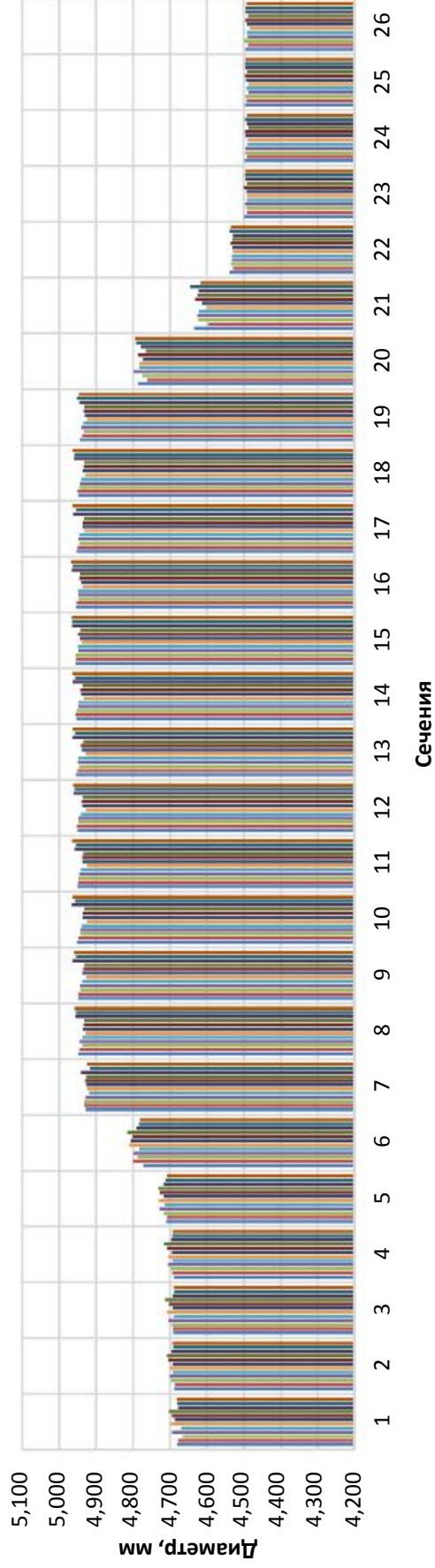


Рис. 2. Результаты измерения сечений

Заключение. Проведенные измерения позволили зафиксировать продольный профиль внешнего диаметра стрел и подтвердить характерную бочкообразную форму древка. Полученная геометрия дает возможность для дальнейшего их исследования: расчета отклонений от цилиндричности и прямолинейности, определения распределения массы и жесткости, моделирования собственных частот и проведения аэродинамических оценок [1, 2]. В перспективе совокупность этих характеристик позволит разработать метод отбора и настройки стрел, способный значительно повысить точность и стабильность результатов стрельбы, что особенно важно для спортсменов высокого уровня [1].

Результаты работы (отдельные результаты работы) поддержаны в рамках выполнения государственного задания номер FSFN-2025-0009.

Список источников

- [1] Kuch A., Laguillaumie P., Durand F., Debril J.-F., Monnet T. Improving the arrow selection process in archery: the stiffness variation pattern matters. *Sports Engineering*, 2025, vol. 28, art. no. 8. <https://doi.org/10.1007/s12283-025-00487-7>
- [2] Rieckmann M., Codrington J., Cazzolato B. Modelling the vibrational behaviour of composite archery arrows. *Proceedings of ACOUSTICS 2011*. Gold Coast, Australia, 2011, no. 102.
- [3] *Easton X10 arrows*. *Easton Archery*. URL: https://eastonarchery.com/arrows_/x10/ (accessed 18.09.2025).
- [4] *Arrow Tuning and Maintenance Guide*. *Easton Archery*. URL: <https://eastonarchery.com/2016/11/easton-arrow-tuning-guide/> (accessed 18.09.2025).