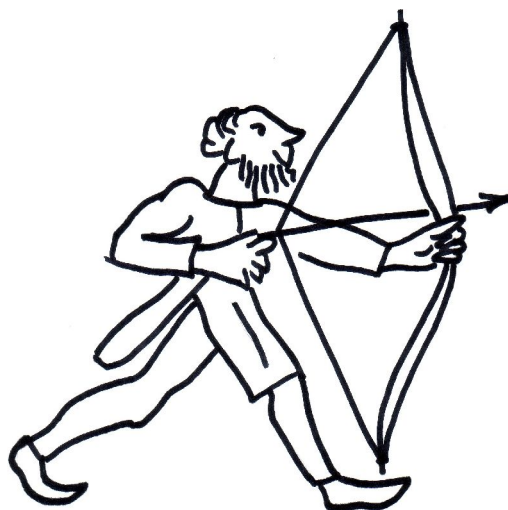


**А.В. Коробейников
Н.В. Митюков**

БАЛЛИСТИКА СТРЕЛ

по данным археологии



Ижевск 2007

Негосударственное образовательное учреждение
«Камский институт гуманитарных и инженерных технологий»

**А.В. Коробейников
Н.В. Митюков**

**БАЛЛИСТИКА СТРЕЛ
ПО ДАННЫМ АРХЕОЛОГИИ:
введение в проблемную область**

Ижевск 2007

УДК 902/904/623.561

К 68

ББК 63.400 + 63.48(2Рос.Удм)-425+К

Настоящее исследование выполнено в соответствии с тематикой “Историческая реконструкция параметров технических систем” (шифр “СТРЕЛА”, Государственный регистрационный № 01.2006–14646, код ВНТИЦ 024000230–0388).

Рецензенты:

А.В. КОРОТАЕВ, доктор философии, доктор исторических наук, профессор, директор Центра антропологии Востока Российского государственного гуманитарного университета, ведущий научный сотрудник Центра цивилизационных и региональных исследований и Института востоковедения РАН

А.Э. ПУШКАРЕВ, доктор технических наук, профессор кафедры теоретической механики, теории механизмов и машин Ижевского государственного технического университета

Коробейников А.В., Митюков Н.В.

К 68 Баллистика стрел по данным археологии: введение в проблемную область. – Ижевск: Изд-во НОУ КИТ, 2007. – 140 с.

ISBN 978-5-902352-20-4

Книга очерчивает круг проблем в области исторической баллистики стрел, описывает алгоритмы исследовательских задач в этой области и знакомит читателя с некоторыми результатами, которые иллюстрируют возможности междисциплинарного подхода.

Ключевые слова: археология; методология археологии; реконструкция (ист); моделирование историческое; имитационное моделирование; памятники археологические; городища; краеведение; баллистика; военная история, моделирование боевых действий.

УДК 902/904/623.561

К 68

ББК 63.400 + 63.48(2Рос.Удм)-425+К

ISBN 978-5-902352-20-4

© А.В. Коробейников, Н.В. Митюков, 2007
© НОУ «Камский институт гуманитарных и инженерных технологий», 2007

5. СТРЕЛА ИЗ МОГИЛЬНИКА ПЫШТАЙН

Курганные насыпи одного из Пыштайских могильников были зафиксированы специалистами еще в 1889 г., но первые раскопки рассматриваемого здесь памятника проведены В.А. Обориным лишь в 1964 г. В ходе этих раскопок было вскрыто 362 м² и выявлено 15 погребений. В погребениях были найдены серебряные и бронзовые украшения, стеклянные и янтарные бусы, костяные наконечники стрел, предметы пермского звериного стиля, саманидские и иранские монеты. По характеру находок объект был атрибутирован как могильник ломоватовской культуры и, в связи с неоднозначностью вещевого материала, датирован в широком интервале VI–X вв.

В настоящее время могильник входит в Гайнский куст открытых археологических памятников; рядом с ним расположены могильники Пыштайн I и III, селища Пыштайн I–III и селище Данилово I.

Погребения на могильнике находятся в известковых ложах, которые перекрыты слоем почвы толщиной около 30 см.

Интересующее нас погребение № 38 расположено в квадратах З-И/119-120 и зафиксировано на уровне –0,55...–0,60 м. Погребение было ограблено в древности. Могильная яма имеет форму, близкую к овальной, и вытянута по оси юго-запад – северо-восток. Приблизительные размеры ее по осям 0,85 × 2,28 м. Погребение заглублено в известковый слой на глубину 0,26–0,35 м, дно ямы не ровное, кости перемешаны и сконцентрированы в северо-восточной части ямы. Вещевой комплекс представлен двумя железными наконечниками стрел, накладкой-псевдопряжкой, перекидной накладкой с растительным орнаментом, фрагментом браслета, бусиной-пронизкой, накладкой-шпеньком и, возможно, сильно фрагментированным перстнем и фрагментом монетовидной подвески. Исходя из анализа вещевого комплекса, данное погребение может быть датировано IX в. н.э. [Мингалев].

5.1. Натурная реконструкция и типологизирование наконечника

Наконечник стрелы, который привлек наше внимание (рис. 5.1), был обнаружен среди костей, и по его месторасположению в могиле нельзя установить, был ли он частью инвентаря, сопровождавшего покойного в загробный мир, либо же он находился в теле усопшего, явившись причиной гибели. У того же погребения, на краю могильной ямы, выдолбленной в известняке, был найден еще один наконечник, габариты и масса которого намного больше. Он может быть атрибутирован, как лавролистный черешковый и, на наш взгляд, его рабочая часть, имея длину не менее 7 см, явно указывает на то,

что он мог причинять проникающие ранения (его изображение не приводим из соображений экономии места).

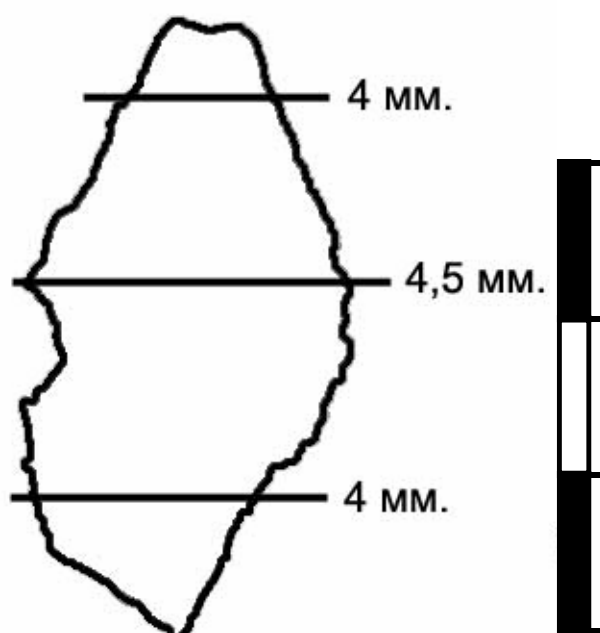


Рис. 5.1. Габариты исследуемого наконечника; цифрами показана максимальная толщина сечения (по В.В. Мингалеву)

Но для ответа на вопрос о возможных вариантах того, как и зачем рассматриваемый нами наконечник (рис. 5.1) попал в могилу, необходимо сначала выяснить, мог ли такой наконечник быть причиной гибели человека теоретически, то есть способен ли он наносить летальные повреждения организма? Тогда, в свою очередь, перед исследователем встает неизбежный вопрос о том, каковы были параметры этого наконечника в тот момент, когда он оказался в захоронении. Иными словами, для анализа параметров объекта исследования мы должны его сперва реконструировать, то есть создать объект исследования с восстановленными проектными характеристиками. Разумеется, нам нет нужды отковывать такой же точно наконечник, снаряжать им стрелу и пускать ее из лука по живой мишени; в нашей исследовательской деятельности мы можем абстрагироваться от некоторых качеств объекта, например, воссоздать его форму в ином материале, чтобы получить данные о массе наконечника определенной формы, а также рассматривать различные варианты применения наконечника, прибегая к доводам логики и просчитывая модели боевого применения с помощью специального программного обеспечения.

Итак, реконструкция первоначального вида наконечника является первым шагом для его исследования. Наконечник сильно корродирован, однако его кромки видны, и они почти прямолинейны. Если полагать, что изменения габаритов изделия вследствие окисления произошло равномерно по всей его поверхности, то логичной становится реконструкция габаритов путем мысленного продолжения линий сохранившихся кромок (рис. 5.2).

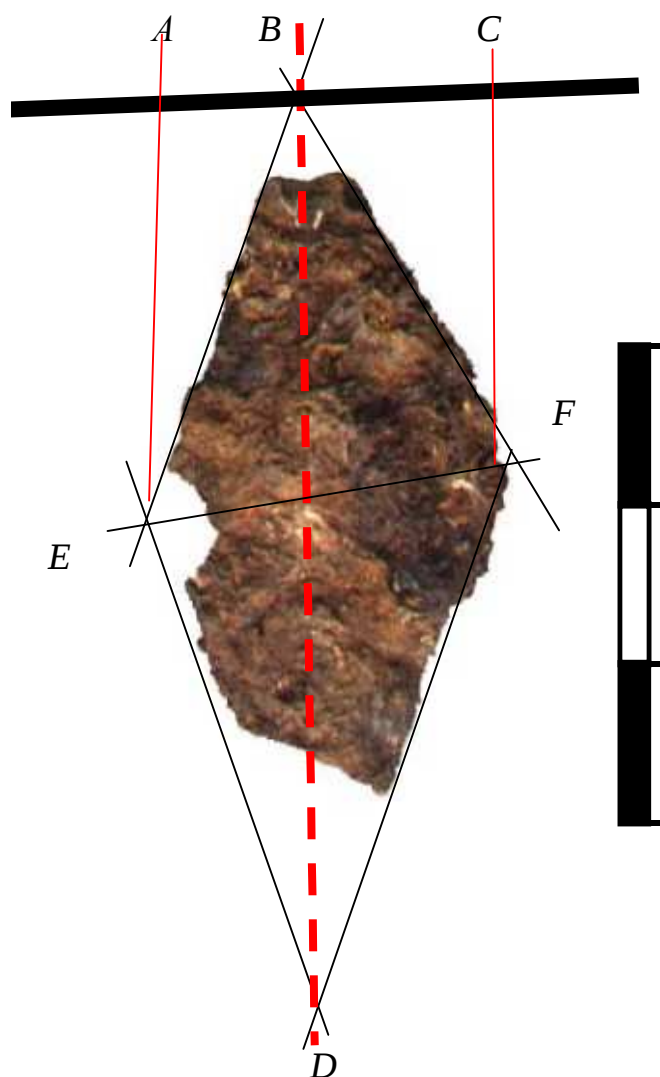


Рис. 5.2. Восстановление габаритов наконечника

Становится видно, что форма наконечника близка к ромбовидной. Если мысленно увеличить габарит на величину окисления (разрушения) поверхности, можно закономерно полагать, что сравнительно длинные и тонкие черешок и носик, обладавшие большей площадью на единицу объема, чем остальные части наконечника, отгнили в первую очередь.

Если полагать, что несохранившийся насад был черешковым без упора, то рассматриваемый наконечник близок к типу № 63 по типологии А.Ф. Медведева – он является лавролистным, с плоским черешком. Аналогичные наконечники содержатся в материалах погребения № 26 Поломского могильника (близкого культурно и хронологически) и др., а период их распространения датируется в широком интервале I–XIV вв. [Медведев, С.74, Табл. 14-9, Табл. 21-11] (см. наш рис. 5.3). Впрочем, мы не настаиваем ни на предложенной форме черешка, ни на нумерации наконечника по каталогу Медведева, ибо, во-первых, наличие номера ничего не дает исследователю, а во-вторых, наш наконечник не может быть классифицирован по типологии Медведева

(как мы покажем далее), и, наконец, форма (но не тип!) насада не имеет принципиального значения для нашего исследования, так как она не оказывает влияния на технический результат применения наконечника.

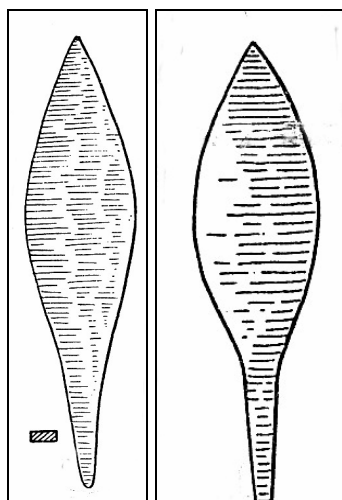


Рис. 5.3. Наконечники стрел
тип 63 по А.Ф.Медведеву.

Слева – Табл. 14-9; Справа – Табл. 21-11

Рассматриваемый наконечник имеет важную особенность. Проведем осевую линию BD от его носика до насада (рис. 5.2). Становится заметна асимметрия наконечника относительно его продольной оси. Почему отмеченная особенность привлекает наше внимание? Прежде всего потому, что асимметричные плоские наконечники с черешковым насадом в типологии А.Ф.Медведева не отражены. Видимо, они и не могли быть там отражены, ибо в основу названной типологической схемы положен единственный признак изделия – его форма. При таком под-

ходе для идентификации принимается форма эталонного (то есть, в данном случае, симметричного) изделия, а некоторые отклонения от нее могут быть объяснимы огрехами производства либо степенью сохранности. Следовательно, несколько асимметричное изделие в соответствии с принятым подходом будет отнесено к существующему типу 63. Возможно, руководствуясь именно необходимостью определить асимметричные наконечники в соответствии с существующей типологией, археологи (и работающие с ними художники) несколько подправляли габариты обнаруженных наконечников на изображениях, которые включали в книги и поэтому асимметричные наконечники не были опубликованы и исследованы ранее? К слову, приводимые нами изображения совершенно точно отражают параметры исследованных артефактов – они получены путем сканирования и художник к ним руку не прикладывал.

Однако, если, отойдя от формальной классификации, мы приступим к анализу существенных признаков изделия, то станет ясно, что одинаковые по форме изделия (или, по крайней мере изделия, имеющие незначительные отличия формы и относимые к одному типу), применяемые в аналогичных условиях, могут приводить к разному техническому результату. Наиболее значимым техническим результатом применения стрелы является поражение цели. Следовательно, мы должны установить, как воздействует на цель стрела с симметричным (рис. 5.3) и несимметричным (рис. 5.2) наконечником. Прибегнем к **логическому моделированию** процесса раневой баллистики. Итак, в случае симметричного наконечника прямолинейное движение стрелы при попадании в цель сохраняется, ведь центр массы стрелы с симметричным на-

конечником и центр давления поверхности наконечника на вещество цели находятся на одной оси. Напротив, стрела с асимметричной режущей кромкой движется прямолинейно в ране лишь некоторое время, а потом она разворачивается. Происходит это потому, что ее передние кромки при одинаковой толщине имеют разную величину проекции на плоскость цели. (На рис. 5.4 плоскость цели, перпендикулярная продольной оси стрелы, показана в виде жирной линии). В самом деле, на рис. 5.2 видно, что $[AB] < [BC]$, то есть плечо $[AB]$, имея меньшую площадь, испытывает меньшее сопротивление среды и по этой причине заглубляется больше.

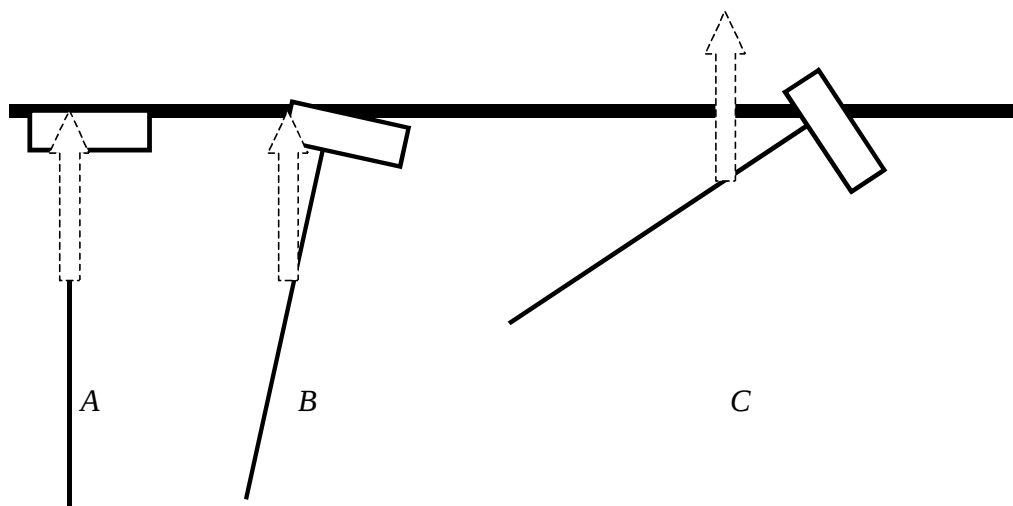


Рис. 5.4. Модель раневой баллистики стрелы с асимметричным наконечником

На рис. 5.4, *A* видно, что до попадания в цель стрела летит прямолинейно – вектор движения центра массы снаряда (показан пунктирной стрелкой) совпадает с продольной осью и в нашем случае перпендикулярен плоскости цели (показана жирной линией). К слову, асимметрия наконечника мало сказывается на аэродинамике стрелы; как показали исследования, даже самый большой наконечник дает 5–10 % от суммарного сопротивления стрелы, а в условии, когда центр тяжести и центр давления воздуха на стрелу находятся на одной оси, подъемная сила не создается ни стрелой, ни ее наконечником [Коробейников, Митюков (4), С. 101].

На рис. 5.4, *B* видно, что при попадании в цель короткое плечо наконечника, испытывая меньшее сопротивление материала цели, внедряется глубже (весь наконечник показан для наглядности в виде прямоугольника). По этой причине вектор движения центра массы отклоняется от продольной оси стрелы. Это приводит к тому, что стрела поворачивается в ране и не проникает глубоко (рис. 5.4, *C*).

Таким образом, баллистическая модель убеждает нас в том, что стрела с рассматриваемым наконечником была способна наносить исключительно поверхностные повреждения и предположение о том, что она могла быть причиной гибели, становится маловероятным.

Почему этот вывод является принципиально важным? Как мы уже показали в предыдущих работах [Коробейников, Митюков (1)] с точки зрения технического результата весь ассортимент стрел, предназначенных для поражения людей (и животных), может быть разделен всего на два подмножества – это стрелы, способные причинять исключительно поверхностные повреждения (как правило нелетальные), которые временно выводят из строя, и снаряды, рассчитанные на причинение проникающих (как правило, смертельных) ранений. Стрела с наконечником нелетального типа (образно говоря “тупая” стрела) в момент попадания мгновенно передает свою кинетическую энергию цели, образуя в тканях у ее поверхности так называемую временную пульсирующую область, в которой энергия распространяется волнообразно (подобно кругам по воде от брошенного камня). То есть в процесс образования болевого шока вовлекаются не только мышцы и органы, пораженные (проткнутые) стрелой, но и широкие окружающие области. Баллистики, криминалисты и военные говорят, что при этом снаряд произвел останавливающее действие: противник прекратил сопротивление. Индивид, остановленный таким образом, после минимального лечения (ушивания или простого бинтования поверхностной раны) может быть ресурсно использован – обращен в рабство. Иное дело стрела с проникающим наконечником. Хотя пульсирующая область образуется не одномоментно, а по мере проникновения вглубь цели, но она расположена вдоль раневого канала и “ударяет” по внутренним органам, а разрывы стрелой внутренних органов и кровоизлияния не могут быть устранены без квалифицированного хирургического вмешательства (послойного ушивания) в асептических условиях с применением сложного инструментария. Поэтому с большой вероятностью такие раны могут вызывать (а в условиях средневековья определенно вызывали) летальные последствия. Следовательно, мы имеем возможность реконструировать мотивы древнего оружейника: для того чтобы создать обширную поверхностную пульсирующую область, он мог изготовить наконечник с расширяющейся рабочей частью – так называемый тип срезня. Однако в случае со стрелой из могильника Пыштайн он создал совершенно оригинальное изделие, которое ударяет цель не только передними кромками наконечника, но и одной из боковых поверхностей, расширяя таким образом зону воздействия на цель, создавая широкую пульсирующую область и производя мгновенное останавливающее действие. При этом расход металла на каждый асимметричный наконечник неизмеримо меньше, чем на расширяющийся наконечник типа срезня с равной площадью ударной поверхности. Кроме того, такой наконечник более устойчив в полете, ведь широкие кромки срезня при малейшем отклонении хвостовой части стрелы в полете создают подъемную силу, и снаряд сходит с расчетной траектории. И, наконец, как мы покажем далее, более массивный срезень потребовал бы и более массивного древка, а, значит, и большей энергии при запуске снаряда.

Таким образом, понимание механизмов поражения позволяет классифицировать и изучать метательные снаряды на основании их существенных признаков в рамках гуманистического подхода. В самом деле, для нашего организма, по большому счету, не важно, в какой форме мы вводим в него пищу, например, огурцы. Технический результат питания не чувствителен к сорту, форме, пупырышкам и весу экземпляра. Для нас важно лишь одно – пригоден ли огурец к употреблению внутрь, либо годится лишь для наружного потребления в качестве косметической маски.

Итак, является ли описанный нами асимметричный наконечник новым “типом”, не отраженным в общепринятой классификации? Так, например, плоские асимметрично-ромбические наконечники, обнаруженные в средневековых памятниках Приобья, упоминает Ю.С. Худяков [Худяков, С. 74], однако их описаний и рисунков он не приводит, поэтому трудно понять, о чем идет речь и поиск аналогов здесь затруднен.

Формально асимметричные наконечники присутствуют в перечне артефактов, исследованных А.Ф. Медведевым (рис. 5.5). По его мнению, такие наконечники образуют особый тип № 28 благодаря тому, что имеют по одному невозвратному шипу. Если провести их осевые линии, становится видна асимметрия наконечника (рис. 5.5, слева), для которого проекция режущей кромки на плоскость цели $AB > BC$. Однако если восстановить линии передней кромки другого наконечника (рис. 5.5, справа), то становится ясно, что он симметричен относительно своей продольной оси ($AB = BC$), и, вероятно, приобрел свою форму вследствие обламывания одного из шипов. Кроме того, наконечник типа 28 (рис. 5.5, слева) существенно отличается от рассматриваемого экземпляра из могильника Пыштайн: для первого отношение длины рабочей части от носика до миделя составляет три к единице ($BE:AC = 3,1$), а для второго один к одному (рис. 5.2; $BE = AC$). Иными словами, первый наконечник имеет втрое меньшее удельное лобовое сопротивление, и при попадании в цель он внедрится в нее раньше, чем его асимметрия начнет сказываться на движении в раневом канале.

Видимо, ответ на вопрос о типологической новизне исследуемого наконечника из могильника Пыштайн должен быть утвердительным. Но можно ли его внести в существующую классификацию? А.Ф. Медведев предложил классификацию, в которой ровно 100 типов стрел, и созданная им система является линейной; внесенные в нее записи не образуют сквозной иерархии по типу- класс-подкласс-вид-подвид и т.п. Иными словами, поиск аналога в ней осуществляется простым перебором всей базы данных, что значительно затрудняет обращение к этой базе данных. Рассмотренный нами наконечник близок по форме к № 63, но если на основе описанных особенностей мы присвоим ему новый № 101, это вряд ли будет логично, так как по своим конструктивным особенностям он не связан с наконечником, описанным под № 100. Мы показали выше, что свод А.Ф. Медведева не является ни типоло-

гией, ни классификацией. Это всего лишь список обнаруженных на тот момент наконечников. Тем не менее, в целях идентификации рассматриваемого наконечника в рамках общепринятой на сегодня системы считаем оправданным присвоить ему номер 63¹ по типологии А.Ф. Медведева, подразумевая под значком прим-один указание на асимметричность рабочей части.

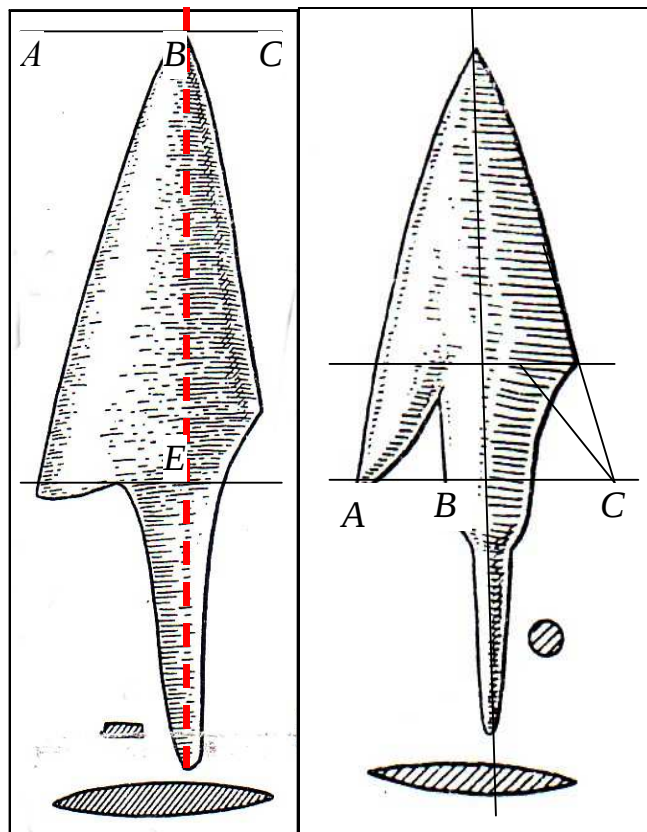


Рис. 5.5. Наконечники стрел тип 28 по А.Ф.Медведеву: слева – Табл.1 8-8; справа – Табл. 30А-24

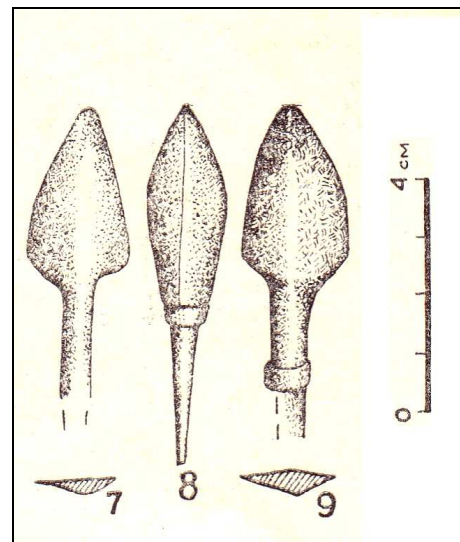


Рис. 5.6. Наконечники с асимметричной рабочей частью из Каневского могильника; Ломоватовская археологическая культура [Генинг, Голдина, Табл. 29]

Наконечники с асимметричной рабочей частью уже обнаруживались в вещевом материале памятников ломоватовской археологической культуры в Верхнем Прикамье. По крайней мере несколько из таких образцов были найдены В.Ф. Генингом в 1953 г. при раскопках Каневского могильника, расположенного к северо-востоку от г. Кудымкар (рис. 5.6). Описывая такие наконечники авторы раскопок не отмечают их асимметричности, а лишь относят их к Отделу Б (Черешковые), Типу V – “подтреугольные, короткие с выпуклыми сторонами. Иногда при переходе к черешку имеется узелок” [Генинг, Голдина, С. 42]. Иными словами, асимметричность рабочей части наконечника не являлась до настоящего времени признаком, привлекающим внимание исследователей не только ломоватовской культуры, но и вообще исследователей древних вооружений. По крайней мере, признак асимметричности не рассматривался в качестве условия, достаточного для выделения таких наконечников в особый тип (вид, отдел и т.п.).

5.2. Реконструкция стрелы в сборе

Для реконструкции стрелы в сборе нам необходим минимальный набор исходных данных. Во-первых, определим оценочно массу наконечника. Взвешивание его в современном состоянии ничего не дает, ибо вес археологического артефакта образовался в результате двух процессов: он увеличился вследствие соединения металла с кислородом (образования ржавчины), но в то же самое время он уменьшился из-за отслаивания ржавчины и разрушения кромок изделия. Толщина слоя ржавчины неизвестна, поэтому попытаемся определить вес изделия до его разрушения аналитически. Для простоты расчета условимся считать форму наконечника ромбической. Тогда площадь его проекции S на плоскость будет равна половине произведения длин диагоналей, которые измерениями на рис. 5.2 определены нами как 55 и 22 мм. Подстановкой значений получаем $S = 1/2 \cdot 55 \cdot 22 = 605 \text{ мм}^2$. В сечении наконечник похож на двояковыпуклую линзу или ромб. При толщине изделия вместе со слоем ржавчины 4 мм (см. рис. 5.1), прибегнув к соответствующим формулам, имеем возможность вычислить объем наконечника, а, зная плотность железа, вычислить массу изделия.

Однако есть, на наш взгляд, и более простой способ: изготовим модель наконечника. Для этого нарисуем его очертания на бумаге мягким карандашом и выльем на бумагу расплавленный воск. После застывания воска отделим его от бумаги и по отпечатку карандашных линий на нем обрезаем до габаритов изучаемого изделия. Затем, строгая ножом его поверхности, доведем толщину изделия до проектной: по аналогии с хорошо сохранившимися образцами (правда, симметричными) это около 2 мм и заостряем кромки (см. рис. 5.1 и 5.2). Взвешивая восковую модель, получаем $m = 1,25 \text{ г}$. Вычисляем ее объем V по формуле:

$$V = m / \rho,$$

где плотность воска $\rho = 0,96 \text{ г/см}^3$:

$$V = 1,25 / 0,96 = 1,3 \text{ см}^3.$$

Вычисляем массу реконструируемого наконечника M , зная значение плотности железа $7,9 \text{ г/см}^3$:

$$M = 1,3 \text{ см}^3 \cdot 7,9 \text{ г/см}^3 = 10,27 \text{ г}.$$

Таким образом, полагаем закономерным считать, что вес наконечника, определенный описанным способом, был близок к 10 г (рис. 5.7).

Следующий параметр, необходимый для дальнейших расчетов, это толщина древка. Исходные данные о толщине несохранившегося древка получаем, обратившись к аналогам: по данным А.М. Белавина диаметр древков стрел, обнаруженных при исследовании захоронений Рождественского комплекса Родановской археологической культуры на средней Каме (X–XIV вв.), находится в

диапазоне 7–10 мм [Белавин, С. 163]. По указанию А.Ф. Медведева, диаметр древков известных древнерусских стрел также составляет 7–10 мм, а длина 75–100 см [Медведев, С. 50]. Рассматривая в качестве прототипа экземпляры, изображенные на рис. 5.6 и измерением по рис. 5.7, получаем, что максимальная ширина насада могла быть близка к одному сантиметру. Следовательно, полагаем обоснованным принять за диаметр древка реконструируемой стрелы значение в 10 мм.

Можем ли мы делать обоснованные предположения о плотности материала древка? В соответствии с указаниями А.М. Белавина, сделанными на основании соответствующих экспертиз, которые были произведены кафедрой ботаники Пермского Госпедуниверситета, древки стрел Рождественского комплекса были изготовлены из древесины хвойной породы [Белавин, С. 163]. Поэтому в качестве материала древка реконструируемой нами стрелы примем древесину ели или сосны, которая имеет плотность в диапазоне 0,4–0,7 г/см³.

Имея набор минимально необходимых параметров, мы получаем возможность реконструировать габариты стрелы по ее наконечнику, применяя созданный нами пакет программ Osseus [Коробейников, Митюков (2)]. Данное программное обеспечение реализует несколько аналитических подходов, которые мы продемонстрируем ниже для читателя, вооруженного калькулятором:

Массово-габаритный подход. Как было показано в предыдущих главах, длина древка определяется по формуле:

$$l = \frac{4 \cdot (5...9)m_n}{\pi d^2 \rho},$$

и для рассматриваемого наконечника область значений длины древка при подстановке переменных в формулу составит:

$$l = \frac{4 \cdot (5...9)m_n}{\pi d^2 \rho} = \frac{4 \cdot (5...9) \cdot 10}{\pi \cdot 1^2 \cdot (0,4...0,7)} = 115...162 \text{ см.}$$

Мы видим, что для баланса нашего наконечника потребовалось бы еловое древко запредельной длины. Однако если подставить в формулу значения плотности, известные, например, для дубовой древесины (0,7–1,0 г/см³), то область значений длины древка составит 74...104 см., и нижний ее предел вполне соответствует общепризнанному мнению о длине стрел.



Рис. 5.7. Восковая модель наконечника из могильника Пыштайн II

Аэродинамический подход. Вычисление длины стрелы по описанному выше аэродинамическому подходу дает области значений длины древка для березы и ели 93...170 см, а для дуба 72...144 см. Иными словами, нижняя граница области значений длины для дубового древка может быть принята в качестве наиболее вероятной (разумеется, лишь в предположении об отсутствии оперения, которое основано на результатах расчетов по массово-габаритному методу). Но росли ли дубы на данной территории в то время? Или мастер использовал древесину иной породы с высоким показателем удельного веса? Это вопросы для дальнейшего исследования.

Оценка габаритов и энергии стрелы по антропометрическим данным лучника. Рассматриваемая нами стрела обнаружена в мужском погребении. Что дает нам предположение о том, что погребенный сам использовал (или планировал использовать) эту стрелу? Известно, что величина энергии передаваемой стреле зависит от силы и амплитуды натяжения лука, умноженных на коэффициент его полезного действия. Амплитуда тетивы здесь определяется антропометрически. Измерения костных останков в захоронении № 38 могильника Пыштайн показали, что рост погребенного составлял 1720 мм, длина его ключицы была 141 мм, а плечевой кости 329 мм [Мингалев].

Таким образом, верхнюю границу значений амплитуды тетивы использованного им лука в условиях максимальной силы натяжения следует принять в области 60 см. Следовательно, использованная им стрела была несколько длиннее 60 см, что согласуется с данными, которые получены вышеописанными методами. Чтобы получить общую длину стрелы, надо сложить три показателя: длину наконечника, стрелку первоначального прогиба лука с тетивой и амплитуду перемещения тетивы при ее натяжении.

Разумеется, и здесь величина амплитуды тетивы может быть скорректирована путем моделирования с рулеткой на людях, антропометрические данные которых близко соответствуют реконструированным параметрам древних воинов, полученным по измерениям остеологического материала конкретной археологической культуры или даже отдельно взятого могильника.

Заключение

Исследование артефакта в соответствии с предложенной методикой позволяет реконструировать не только наконечник, но и стрелу в сборе, получить некоторые данные о параметрах лука, из которого эта стрела могла быть выпущена, и сделать обоснованные предположения об ее баллистических характеристиках. Кроме того, логичным становится вывод о том, что обнаруженная в захоронении стрела была частью похоронного обряда; проделанный анализ стрелы позволяет заключить, что ее длина соответствует антропометрическим данным погребенного, и могла им использоваться.

Следовательно, появляются основания для утверждения, что нами описан тот тип стрел нелетального действия, который до настоящего времени

еще не становился предметом изучения археологов и историков вооружений. Возможно, использование именно таких стрел было оправданно в межродовых конфликтах малой интенсивности и соответствует реалиям оперативной обстановки на территории распространения и в период ломоватовской культуры, памятники которой расположены “кустами” вдоль рек. Так, от центра Гайнского куста, где расположены исследуемый могильник Пыштайн II и Харинское и Мазунинское (Даниловское) городища, до центра ближайшей агломерации поселений – Косинского куста, где расположены Пармайловские городища т.е. приблизительно от современного поселка Гайны до поселка Юкseeво расстояние по прямой составляет около 50 км, а на “ничейной полосе”, ширина которой не менее 30 км, расположено городище Карашор (приблизительно по границе современного Гайнского и Кочевского р-нов). Такая особенность топографии поселений (и окружающих их зон ресурсного использования) позволяет предполагать, что население агломераций не имело повода для конфликтного взаимодействия в целях передела территории: какая-либо эксплуатация дальних участков, расположенных вне дистанции дневного перехода, вряд ли могла быть рентабельной. Тем не менее, конфликты “частного” характера исключать нельзя: может быть возникали случаи, когда один ловец бобров хотел проучить другого и бил его нелетальной стрелой? В конце концов, в пользу низкого уровня вооруженности населения может свидетельствовать и отмеченное Р.Д. Голдиной отсутствие укрепленных поселений в ломоватовской группе памятников, заселенных после образования других агломераций ломоватовской культуры [Голдина, С. 163]. Впрочем, озвученные нами предположения относительно уровня интенсивности конфликтов нуждаются в проверке с привлечением массового археологического материала и сплошной археологической разведки территории в целях обнаружения неизвестных памятников в промежутках между “кустами.” Таким образом, предложенные нами логические построения призваны привлечь внимание археологов к проблематике нелетального оружия.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
1.1. Зачем и как изучать действие снаряда по цели на основе археологических данных	3
1.2. Поражающие факторы стрелы	5
1.3. Примеры раневой баллистики по данным археологии.....	9
2. Общие сведения по аэробаллистической проблематике.....	18
2.1. Основная задача внешней баллистики стрелы.....	18
2.2. Обязательные допущения внешней баллистики	21
2.3. Величина силы лобового сопротивления	24
2.4. Закон силы лобового сопротивления для стрел	32
2.5. Постановка задач для эксперимента	44
3. Реконструкция параметров стрел расчетными методами.....	47
3.1. Описание ситуации	47
3.2. Слагаемые силы лобового сопротивления стрел	48
3.3. Оценка параметров стрелы через параметры наконечника	50
3.4. Длина стрелы и исследовательские подходы к реконструкции лука.....	59
3.5. Баллистическая реконструкция стрел	64
4. Принципы и возможности реляционной базы данных о стрелах	71
4.1. Ограниченность типологии А.Ф. Медведева и ее клонов.....	71
4.2. Архитектура и принципы построения базы данных.....	75
4.3. Новые возможности с использованием реляционной базы	79
4.4. Демонстрация математического метода исследования.....	84
5. Стрела из могильника Пыштайн.....	92
5.1. Натурная реконструкция и типологизирование наконечника	92
5.2. Реконструкция стрелы в сборе.....	100
6. Бронебойные проникающие малых энергий	104
6.1. Некоторые концептуальные аналоги	105
6.2. О научном подходе к моделированию бронепробития.....	110
6.3. Краткий перечень энергозатрат стрелы	111
6.4. Механизм пенетрации и типология стрел.....	112
6.5. Фрикционная гипотеза пенетрации и ассортимент наконечников	116
6.6. Срезень – бронебойное оружие массовой армии?	122
Заключение	131
Литература	133

Научное издание

Коробейников Алексей Владимирович
Митюков Николай Витальевич

Баллистика стрел по данным археологии: введение в проблемную область

Верстка *Н.В. Митюкова*
Корректор *С.А. Перевозчикова*

Подписано в печать 23.12.2006. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать на ризографе. Усл. печ. л. 8,14. Уч.-изд. л. 7,13.
Тираж 300 экз. Заказ № 304.

Редакционно-издательский отдел
Камского института гуманитарных и инженерных технологий
426057, г. Ижевск, ул. Советская, 13.