

## Металлургические особенности восточных клинков в период XV-XVIII веков.

Я желал бы начать эту работу с благодарности ряду специалистов, оказавших мне помощь в работе над данной темой – Оливеру Пинчо, Брайану Исааку, Баширу Мухаммеду и фонду Фурусия.

Страны Азии издревле отличались довольно высоким уровнем обработки железа и стали. Традиционно считается что данные металлы были впервые получены где-то в Закавказье или восточной Анатолии<sup>i</sup>. Хотя соотношение между импортом и экспортом стали между Европой и Азией постоянно менялось, импорт индийской стали, например, осуществлялся еще во времена Римской Империи<sup>ii</sup> и Древней Греции. В данной статье мы кратко рассмотрим, с исторической точки зрения, основные характерные методы обработки стали использовавшейся на Востоке при изготовлении оружия, в особенности на Ближнем Востоке, в Индии и на Кавказе.

Большинство кузнецов работавших в средние века на сельскохозяйственные общины, редко были способны на более чем изготовление примитивных предметов – подков, гвоздей или топоров, преимущественно из железа, только в редких случаях – из почти на порядок более дорогого материала - стали. Кузнецам, производившим оружие, приходилось решать намного более сложные задачи. Качественный клинок должен удовлетворять противоположным требованиям – быть жёстким и острым чтобы хорошо резать, прочным чтобы пробивать броню, но для того чтобы не ломаться, он должен быть нехрупким и упругим, гнущимся без остаточных деформаций. Он должен быть быстрым и соответственно легким, однако достаточно массивным чтобы иметь большой момент при ударе (лёгкий клинок может обладать большой энергией удара, однако значительно быстрее теряет ее при движении в любой вязкой среде и поэтому не имеет большой проникающей способности). Он должен иметь достаточную длину чтобы быть эффективным против и пешего и конного оппонента, но иметь расположение центра масс в соответствии с типом наносимых ударов – близко к рукояти для колющих, и близко к середине или даже концу клинка для режущих. При самом ударе всегда часть энергии переходит в колебательные волны в клинке. С одной стороны, таким образом уменьшается момент отдачи, передающийся клинку, но при этом такие волны могут либо повредить оружие, либо вырвать его из рук, либо иметь другие нежелательные последствия. Их приходится подавлять, в первую очередь за счёт грамотной конструкции рукояти и расположения точки нанесения удара на клинке. Таким образом, любой вид холодного оружия требует оптимизации многих параметров – в первую очередь за счёт грамотного конструирования геометрии клинка, однако, не менее важна и оптимизация используемых материалов, т.е. – стали.

Как ни странно это звучит, но на протяжении почти тысячелетия с IX по начало XIX-го века в металлургии не произошло революционных изменений. Изобретённые за это время технологические процессы, например по получению стали из чугуна, нашли свою нишу применения, однако ни в коей мере не смогли полностью вытеснить полностью более старые методы. Общий набор используемых приёмов несколько различался, скажем на Ближнем Востоке и в Европе, однако выбор той или иной технологии определялся в первую очередь требуемым балансом между качеством, количеством и сложностью. Например, более или менее известным фактом для средневековых металлургов являлось то, что без закалки сталь - ненамного твёрже высококачественной бронзы, хотя и намного дешевле оной. В то же время, закалка броневых плит для доспехов

может легко привести к возникновению существенных стрессов (напряжений в материале), которые легко могут привести к появлению трещин, или деформации плит. Соответственно закалка броневых пластин всегда будет приводить к увеличению процента брака, резкому удорожанию продукции и требует более длительного обучения персонала. Поэтому вплоть до массового распространения огнестрельного оружия (XV-XVI-й века) европейские доспехи вообще не подвергались закалке<sup>iii</sup>. Однако, огнестрельное оружие пробивало незакалённые пластины, и поэтому получение при тестах статуса “gunproof” (непробиваемый ружейной пулей) обязательно требовало закалки. Так как использование доспехов не имевших сертификации gunproof становилось всё более бессмысленным, доспехи стали делать из закалённой стали.

Соответственно, довольно простые методы японской металлургии отвечали требованиям японского рынка, так же как более сложные методы использовавшиеся на Ближнем Востоке – рынка ближневосточного и так далее. Производить их сравнение сложно без учёта всех сопутствующих факторов, как экономических, так и военных. Особенно часто поднимается вопрос сравнения европейского оружия и оружия восточного, азиатского. Подобный анализ чрезвычайно сложно провести с достаточной степенью объективности, поскольку в данном случае мы имеем дело с абсолютно разными культурами и экономиками, тем более что любое обобщение на уровне континентов всегда чревато существенными упрощениями, если не ошибками.

В «феодальных» государствах Азии, как ни натянуто использование этого европейского эпитета в данном случае, целью оружейника являлось создание совершенного образца по своей красоте и боевым качествам (впрочем всегда во время относительного мира предпочтение обычно отдавалось красоте, во время войны – практическим свойствам). Подобные экземпляры стоили колоссальные суммы денег и олицетворяли собою воинское достоинство их владельца. Создатель подобного шедевра становился «звездой», в чью честь слагались стихи, чье имя увековечивалось на века, будь то персидский мастер начала XVII-го века Ассадалла<sup>iv</sup> или японский мастер Масамуне. Ведущие мастера могли месяцами работать над одним клинком, поскольку все расходы на их содержание оплачивались местными правителями, в то время как мастера производившие в больших количествах посредственные и более дешёвые клинки обычно владели нищенским существованием.

В Европе Нового Времени было несколько известных оружейников, исполнявших заказы королевских дворов и высшего дворянства, но их число обычно не достигало и двух десятков (естественно не считая подмастерьев, учеников, ювелиров и прочих), составляя ничтожный процент от общего количества. В большинстве своем, оружейники получали заказ через корпорацию на сотни или тысячи однотипных клинков, которые должны были удовлетворять строго определенным критериям качества (в Европе традиция в обязательном порядке тестировать часть продукции уходит корнями по крайней мере в глубокое средневековье) и определенную форму. Перед мастером вообще не стояла задача создать превосходное оружие, он него требовалось чтобы клинки были как можно ближе друг к другу по качеству и удовлетворяли предъявляемым требованиям.

Соответственно и подход к изготовлению оружия, и понимание его свойств в Европе и Азии в XVI-XIX существенно разнились. Форма европейских мечей уже в XVIII веке во многом определяется возможностями машинной обработки – обычно максимум один дол, простой формы, прямой или с постоянным радиусом кривизны, контур меча

также состоит из прямых линий и окружностей с постоянным радиусом, что упрощает обработку на станке. В Европе к концу XVIII века существенно развивается распределение труда – одни рабочие могли специализироваться на получении стали, другие на ковке клинка, третьи на закалке, четвертые на обработке поверхностей, пятые на нанесении на поверхность клинка травленого рисунка. Все сложные технологии, которые чреватые существенным увеличением процента брака – в первую очередь дамасские и вообще сложные, композитные стали, очень быстро уходят из европейского «ассортимента». Даже использование низкоуглеродистой стали для сердцевины изделия и дифференциальная закалка (см. ниже) в XVIII веке уже употребляются сравнительно редко, так как однородная сталь уже позволяет достичь достаточного качества.

На Востоке же мастер стремился самостоятельно делать как можно большую часть работы самостоятельно нежели чем делегировать ее кому то еще. Подобное желание было следствием того, что знание всех операций связанных с изготовлением клинка позволяло создавать более совершенное оружие, и обычно мастер не решался доверить даже относительно простые операции, непосредственно связанные с изготовлением клинка, кому-либо еще, за исключением разве что работавших на него учеников. Клинкам придавалась довольно сложная форма, обычно радиус кривизны существенно менялся от рукояти к концу лезвия, в поперечном сечении клинок также выглядел как сложный многоугольник. Если такие формы хоть как-то объяснялись практическими соображениями, несколько улучшая рубящие свойства оружия, тот факт что долы могли принимать поистине причудливые очертания (многочисленные, зигзагообразные, прерывистые долы не были чем-то экзотичным), нужно отнести только к желанию изготовителя продемонстрировать свое мастерство. Использовались очень сложные, дорогие и нередко довольно «капризные» технологии закалки и выковки клинка. Одновременно, не существовало сколь-нибудь общепринятой системы тестирования продукции, поэтому некоторые довольно красивые восточные сабли на поверку оказываются совершенно непригодными к практическому использованию.

Еще более сложно сравнивать европейскую и азиатскую сталь. С одной стороны, в Индии, Персии, на Кавказе оружейную сталь часто получали тигельным способом, при котором небольшое количество железа или стали с малым содержанием углерода подвергалось длительному нагреву в присутствии углеродосодержащих материалов, и в изоляции от окружающей среды. Получаемая таким процессом сталь отличается высоким качеством и большим содержанием углерода. В Европе такой метод применялся, но в основном в конце XVIII-XIX веках, (хотя в средние века мечи часто изготавливались из тигельной стали, но сама технология была в какой-то момент забота и заново открыта в XVIII веке; возможно впрочем что тигельная сталь в средневековье импортировалась из Азии, а не производилась в Европе), получаемая сталь из-за её дороговизны в первую очередь использовалась в наиболее ответственных узлах в машиностроении, и реже для изготовления оружия. Более популярны были методы основанные на переплавке чугуна с выгоранием части углерода. Они отличались быстротой процесса и возможностью массового производства стали, однако конечный продукт получался довольно неоднородным по своему химическому составу, и нередко с существенными примесями.

Однако, в Азии существовала серьезная проблема отсутствия каких-либо единых стандартов стали, и отсутствия понимания взаимосвязей между происхождением руды (и соответственно имевшихся в ней примесей, таких как сера или фосфор) и качеством

получаемого изделия. Соответственно, мастер работавший в непосредственном контакте с местом производства стали, обычно лучше разбирался в том какую часть продукции и как можно использовать, и отбирал для себя сталь из лучших нескольких процентов от имевшегося материала (если конечно отсутствие большого спроса позволяло ему быть настолько разборчивым). В тоже время мастер покупавший для себя сталь на рынке, нередко был вынужден работать либо со смесью отличной стали и крайне загрязненного, малоуглеродистого продукта, либо использовать сырье, состав и свойства которого ему не были досконально известны.

Таким образом, европейский клинок стоил как минимум на порядок дешевле аналогичного восточного образца, при этом продукция даже средних по своей репутации фирм отличалась высоким постоянством и соответствовала достаточно высоким стандартам. Восточное же оружие и по качеству, и по цене отличалось чрезвычайным разнообразием. Самые лучшие образцы превосходили западные клинки - по твердости, по способности выдерживать удары и, впрочем значительно реже, по гибкости. В то же время огромный процент восточного оружия, не смотря на свою солидную себестоимость, имел существенные дефекты – обычно это сочетание излишней мягкости и хрупкости. Последнее послужило причиной возникновению большого спроса на европейское клинковое оружие в странах Азии в XVIII-XIX веках. Впрочем, нужно отметить существенные различия между отдельными культурами Азии - в целом, например, японское оружие отличается большей однородностью свойств, чем скажем кавказские или турецкие образцы.

Известны многочисленные попытки сравнения европейской стали и стали местного производства (если не считать довольно тенденциозные европейские публикации о «дамасской стали», к которым мы обратимся чуть позже). Например, тбилисский мастер Кахраман Елизаров, когда ему в начале XIX века предложили составить свое мнение о российской стали (получаемую по европейским методам на заводах, где практически все кадровые инженеры были немцами), отозвался об одной достаточно негативно, за исключением продукции Златоустовского завода. В Японии, когда во второй четверти XX века происходило возрождение производства мечей, мастерам предоставлялась и сталь закупленная в конце XIX века в Европе, и сталь, полученная по более традиционным методам. Мастера оказывали предпочтение второму варианту, при условии возможности отбора для использования только самых лучших образцов стали. Европейская сталь (массово произведенная по так называемому пудлинговому методу, один из способов отъема углерода из чугуна, мастерам не были доступны образцы изготовленные по более подходящим для оружейной стали технологиям) не отличалась в среднем высоким качеством<sup>vi</sup>. В то же время, если произвести химический анализ сырья использовавшегося в Японии в средние века, в том числе высоко ценившейся привозной индийской стали «намбан тетцу» (именно индийское происхождение выдает в первую очередь характерно высокая концентрация фосфора)<sup>vii</sup>, можно увидеть что содержание, например, фосфора в стальных заготовках варьировалось от 0.01 до 0.13%, не имеется какого-либо постоянства состава и в отношении других элементов. Соответственно лучшие образцы подобной стали были вполне пригодны для производства прекрасного оружия, но большая часть заготовок имеет скорее неудовлетворительный состав. При этом нужно учитывать, что в средние века кузнецы часто не имели возможности выбирать с какой сталью они будут работать, или же не понимали по какому принципу производить подобный отбор, так как химии как науки на тот момент не существовало.

Возвращаясь к вопросу о собственно технологиях, использовавшихся при производстве клинков, в целом практически на протяжении всего данного периода, широко применялись несколько ключевых технологических операций, которые приводили к резкому изменению свойств стали, и сказывались даже на внешнем виде конечного продукта.

Во-первых это «ламинация». Сталь и железо, полученные средневековыми методами отличались крайне неоднородным химическим составом. Для получения более однородного материала из стального бруска выковывалась длинная полоса (сам процессковки также способствовал улучшению качества стали), которая затем складывалась, полученный брусок опять превращался в полосу, которая опять складывалась; подобный процесс повторялся несколько раз, в результате ни одна из частей конечного бруска не могла статистически сильно выделяться своим химическим составом. Часто отмечается, что типичное количество подобных операций — более 20, что приводит к появлению  $2^{20}$ , т.е. около миллиона слоёв. Естественно, это неверно, так как большинство слоёв сливаются вместе без существенной разницы между ними; остаются физически различными обычно не более 100-200 слоёв, которые и создают на поверхности мало контрастный волнистый рисунок – следы «складывания». Если химические свойства начальной заготовки варьировались очень сильно (на рисунке 1.а – разное содержание углерода), то рисунок получается более отчетливым. В Японии деталям подобного рисунка придавалось существенное значение, и многие мастера (например из семьи Гассан или Масамуне<sup>viii</sup>) были традиционно известны ярким, чётким и своеобразным рисунком, полученным за счет использования полос с разным содержанием углерода. В остальных странах, линии полученного узора обычно направлены параллельно к лезвию клинка, на кинжалах – сходятся к острию и деталям подобного рисунка не придавалось никакого значения при классификации и оценке клинка.

Во-вторых, это термическая обработка. Когда сталь доводится до высокой температуры и резко охлаждается, её структура застывает в глобально нестабильном (т.е. с конечным временем жизни - через какое-то количество лет структура изменяется) состоянии. При определенной температуре закалки получается тип кристаллической решетки называемый «мартензит», намного тверже других видов стали, однако необычайно хрупок и подвержен распространению трещин. Закалка до большой твердости (т.е. с большим, резким перепадом температур, как например при погружении раскаленной стали в воду) более или менее большого объекта также приводит к возникновению существенных локальных напряжений, которые легко могут привести к внезапному распространению глубоких трещин при относительно малых внешних воздействиях.

Чтобы достичь оптимального соотношения твердости и хрупкости клинков можно закалять более медленными темпами в таких средах как масло, или «отпускать» - после быстрого охлаждения в воде, медленно нагревать до низких температур. Получаемая сталь хотя и менее прочна, но намного более надежна. Можно также закалять только кромку лезвия, изготавливая жёсткое лезвие и незакаленную, гибкую сердцевину. Для этого клинок обмазывают глиной, оставляя открытой кромку около лезвия, которая и испытывает необходимый перепад температур. При некоторых способах полировки закалённая область приобретает беловатый оттенок (Рис. 1). Все подобные виды термической обработки широко использовались и в Европе, и в Азии, хотя существовали и некоторые местные особенности — в Японии сталь закаливали только в воде, но с

покрытием клинка глиной, а в Индии предпочитали использовать закалку в маслообразных средах, на Кавказе чаще закаляли в воде, а затем «отпускали» полученное изделие.

Можно пойти по ещё более сложному пути, используя для одного клинка несколько стальных заготовок с разным содержанием углерода. Для сердцевины клинка выбирается низкоуглеродистая, мягкая сталь, для режущей кромки - высокоуглеродистая. Между ними обычно имеется сварной шов (Рис. 1). Можно достичь схожего результата, используя поверхностное науглевоживание, при котором клинок обкладывают источником углерода (обычно органическими материалами), сверху покрывают глиной и на какое-то время нагревают. Углерод диффузирует во внешние стальные слои. В результате получается оружие с низкоуглеродистой сердцевиной и высокоуглеродистой поверхностью. Описание данного процесса часто встречается в восточной литературе (например, манускрипт грузинского царя Вахтанга Шестого<sup>ix</sup>). Обе технологии являются одними из самых древних и были широко распространены уже в VIII веке<sup>x</sup>.

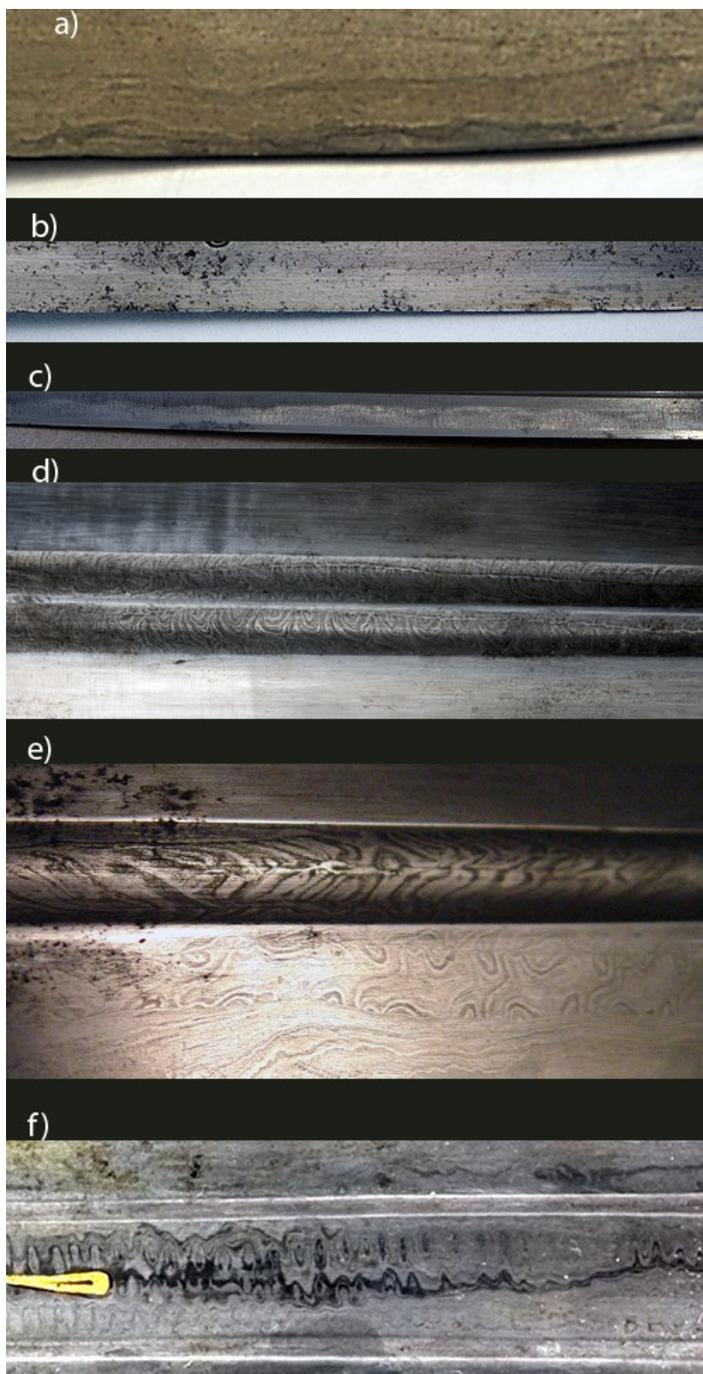


Рисунок 1: а – ламинированная сталь, б – дифференциально закаленное лезвие, с – комбинация дифференциальной закалки и сварного лезвия, d – крученный дамаск, е – дамаск «турецкая роза», f – тбилисский дамаск.

Более сложная технология известна в современной литературе как «сварной дамаск». Название исторически восходит к слову «Дамаск», в Европе обозначавшим любой мелкий узор (или даже — синоним слова «красивый», красный), от названия узоров встречавшихся на восточных товарах поставлявшихся через порт Дамаск в Сирии. В переписке еще XVII века термин употреблялся для обозначения восточных тканей (см. например статейные списки московских посольств в Персию), в XVIII-м веке он употребляется по отношению к любой стали, поверхность которой покрыта узорами, будь то булатная сталь, или сталь с изображением вытравленным кислотой. Только в конце XX-го века среди коллекционеров появилось понятие «сварной дамаск» для обозначения конкретной технологии: несколько стальных полос с разным химическим составом (в первую очередь – содержанием углерода, но нередко и таких легирующих элементов как Mb, Mn, Vd) свариваются вместе, скручиваются и выковываются. В результате на поверхности изготовленного клинка появляется рельефное, высококонтрастное изображение.

Если в Европе подобное решение чаще использовалось в эпоху раннего средневековья, на Востоке оно становится крайне популярным в период расцвета восточной металлургии, особенно в XVI-XVIII века. Наиболее часто оно применяется в Османской Империи, реже — в Индии, очень хорошие сварные дамаски делались в Грузии. Параллельно, школа изготовления дамаска развивалась в Индонезии и других островных сообществах тихоокеанского региона, в Китае. Такая технология также хорошо описана в литературных источниках, в том числе в вышеупомянутом манускрипте<sup>ix</sup>. Так как стали с разным содержанием углерода и других примесей по разному реагируют с кислотами, один из самых древних методов «полировки», а вернее — проявки рисунка, будь оный следствием закалки, дамасском или булатом (см. ниже), заключается в кратковременном покрытии стальной поверхности кислотой. Изначально использовались натуральные вещества — высококислотные почвы, соки и другие. Сегодня наиболее популярен слабый раствор хлористого железа. Обычно в результате воздействия кислоты незакаленные участки становятся черными, закаленные — белыми. Проблема кислотного травления заключается в том, что каждая из кислот также даёт и нежелательную окраску. Например, хлористое железо быстро и контрастно протравливает булат, но при длительном воздействии, с последующим даже кратковременном взаимодействии высыхающей стали с воздухом придаёт ей неприятный коричневатый, ржавый оттенок.

На клинках, дамаск обычно располагается только в самом центре, между лезвием и обухом. Ближе к кромке лезвия, он плавно переходит в ламинированный узор, который заканчивается полосой закаленного материала. Типичный образец показан на (Рис. 2).



Рисунок 2. Грузинская сабля с «клювовидной» рукоятью, примерно 1800 года. Сложный зигзагообразный узор посередине сочетается с ламинарным узором у края, в непосредственной близости к которому располагается однородная, высокоуглеродистая, закаленная сталь.

Красота полученного дамасского узора зависела от мастерства кузнеца, значительно увеличивая ценность меча. Из огромного разнообразия подобных рисунков можно выделить несколько типов (Рис. 1.а):

- a. Кручёный дамаск, наиболее популярный в Турции (Рис. 1.d).
- b. «Турецкая роза». Встречается прежде всего на турецких клинках (Рис. 1.e).
- c. «Птичий глаз». Типичен для индийских клинков.
- d. Тбилисский зигзаг. Обычно встречается на грузинских клинках изготовленных в 1780-1845 годах в Тбилиси, но известен и для индийской работы (Рис.1.f).
- e. Подавляющее большинство кованых стволов для огнестрельного оружия также изготавливались по дамаско-подобной технологии, образуя характерный узор (Рис. 3).



Рисунок 3. Дагестанский пистолет, 1857 года. Ствол имеет типичный «полосатый» рисунок – результат сварки многочисленных слоёв. Из коллекции университета Texas A&M.

Уникальным для Азии (а вернее — территории, ограниченной Индией на востоке, Турцией и Египтом на западе, Индийским океаном на юге и средней Азией и северным Кавказом — на севере) являлось производство так называемой булатной стали, также известной в литературе под именами настоящий булат, вутц и т.д.; все эти названия являются историческими и имеют достаточно туманное значение. В частности, «булат» на Востоке означает абсолютно любую сталь, или даже железо (например старинные железные рудники Пулады в Грузии) и для обозначения булатной стали в нашем понимании этого слова в XVII-XIX веках говорили «джохар булат», «красный булат» - т.е. буквально «красивая сталь». В России и некоторых других странах слово «булат» только в XIX-м веке окончательно закрепилось именно за булатной сталью в современном понимании, хотя первые упоминания «булатной» стали, как отличающейся от «обычной» относятся для Русского государства к XVII-му веку.

Что такое булатная сталь? Наше определение таково - булатная сталь отличается наличием узора, видного невооруженным глазом, не исчезающем при полировке (т.е. узор не является поверхностным явлением, хотя и может отличаться на поверхности и внутри металла). Хотя контраст рисунка «проявляется» в полной мере при воздействии определенных химических реагентов (обычно кислоты), однако сам рисунок не получен «вручную», т.е. посредством сварки разных сталей (как в сварном дамаске) или прорисовки кислотой: узор создается за счёт чередования участков с различным содержанием углерода, т.е. макроскопической вариации химического и физических состава стали, которая достигается в первую очередь соблюдением при её выплавке и последующейковки определенного температурного режима. Здесь мы остановимся исключительно на исторической, нежели чем технической стороне дела, но следует отметить что в современной исследовательской литературе принята версия согласно которой белые линии, образующий булатный узор, создаются цементитом, крайне высокоуглеродистым соединением углерода и железа.

Простейший анализ показывает что клинки изготовленные из «булатных» сталей отличаются большим разнообразием химического состава и физических свойств. Хотя большинство металлургов сегодня выделяет одну из этих многообразных конфигураций, и определяет её как «булат», подобный подход несколько исторически необоснован — во первых он автоматически требует обозначения множества булатных клинков как «брак» или «недо-булат» на том основании что их химический состав или кристаллическая структура — отличны от «эталона», во вторых само наличие подобных структур еще не означает их самоорганизацию в макроскопический рисунок и наличие у стали свойств булата. Последнее привело к расхожему заблуждению, согласно которому любая т.н. тигельная сталь является булатом, что по моему убеждению — совершенно неверно.

Черезвычайно вредными я также считаю попытки представить булат как «сверх-сталь», требования от него исключительных свойств. Несомненно, что уже в XVII-XVIII веках встречаются описания превосходства клинков, изготовленных из булата. Однако, необходимо отметить что даже наиболее наукоподобные из них, отличаются крайне скудной информацией о критериях по которым проводилось сравнение, содержат большое количество неточных или неверных утверждений, и несколько романтизируют «тайну» восточных булатов. Часто цитируется работа<sup>xi</sup> в которой утверждается что лезвие из тщательно отобранного булата оказалось совершенно превосходным над сделанным из рядовой шэффилдской (т.е. тигельной) стали. При этом никто не цитирует имеющееся там

же утверждение, абсолютно неверное, что своим достоинством японские клинки обязаны использованию булатной стали. Действительно, как мы уже упоминали здесь, в XVIII-м веке японскими мастерами делались попытки изготовления нескольких мечей из индийского булата, но эти эксперименты не оказали какого-либо влияния на технологию изготовления японских мечей, которая подразумевает, как указано выше – использование более простых, но крайне эффективных методов.

Детальный же анализ сохранившихся булатных клинков однозначно указывает на довольно существенное разнообразие их свойств. В среднем, они обладают малой твердостью<sup>xii</sup>; встречаются и выдающиеся экземпляры, с прекрасными свойствами, но немало известно и крайне посредственных образцов. Поэтому, с моей точки зрения исторические булатные технологии надо рассматривать лишь как интригующую альтернативу обычной стали, не придавая им сверх-свойств априори.

Трудно установить первую дату появления булата. С одной стороны, в литературе часто упоминаются утверждения об обнаружении булатов на персидских и индийских клинках V-VII веков, однако ни один из них не имеет макроскопического рисунка, большинство представляют из себя просто сталь полученную по так называемому тигельному процессу. Подобный процесс позволял улучшить качество стали, но сам по себе никаким образом не приводил к макроскопическим неоднородностям физических и химических свойств стали. Утверждения, встречающиеся в литературе, что «белое железо» - упоминавшийся в античном мире товар из Индии, или «укладень», или харалужные мечи из древне-русских сказаний — обязательно являются булатами, в настоящий момент не имеют подтверждения. Большого внимания заслуживает работа Аль-Кинди (середина IX века), в которой обсуждается «узорчатая» сталь (фаранд), но что именно имеется в виду, тоже до конца не ясно.

Один из самых ранних клинков с четкой булатной структурой является образец, предположительно иранского производства показанный на стр. 38 в книга Башира Мухаммеда, «The Arts of the Muslim Knight: The Furusiyya Art Foundation Collection», неоднократно публиковавшийся и ранее, традиционно относимый к XI-XII векам. Рисунок булата — один из простейших, образованный длинными, блеклыми волокнами, идущими параллельно лезвию (так называемый *шам*, см. ниже). На основании этого и ряда других экземпляров, можно говорить о появлении булатов в районе XI-XII веков. Невозможно установить с точностью место изобретения булата, так как количество известных клинков относящихся к данному периоду исчисляется единицами, и число образцов, так или иначе связанных с Османскими арсеналами значительно превышает число индийских или персидских мечей. Известно, что в дальнейшем (XVI-XIX века) основное производство булатной стали располагалось в Индии, а оружие из булатной стали производилось в первую очередь в Индии и в Иране.

Ранние булатные узоры не отличались особой красотой. До начала XVI века большинство из них относится к одному из двух или трех классов. Наиболее ранний из них - *Шам* (буквально - Сирийский, Рис. 4), образованный очень длинными, блеклыми, толстыми нитями, расположенными параллельно к лезвию. Шам иногда считают самым низшим сортом булата. Не совсем четко определена граница между шамом и хорасанским булатом, который тоже имеет меньший контраст и состоит из длинных нитей.

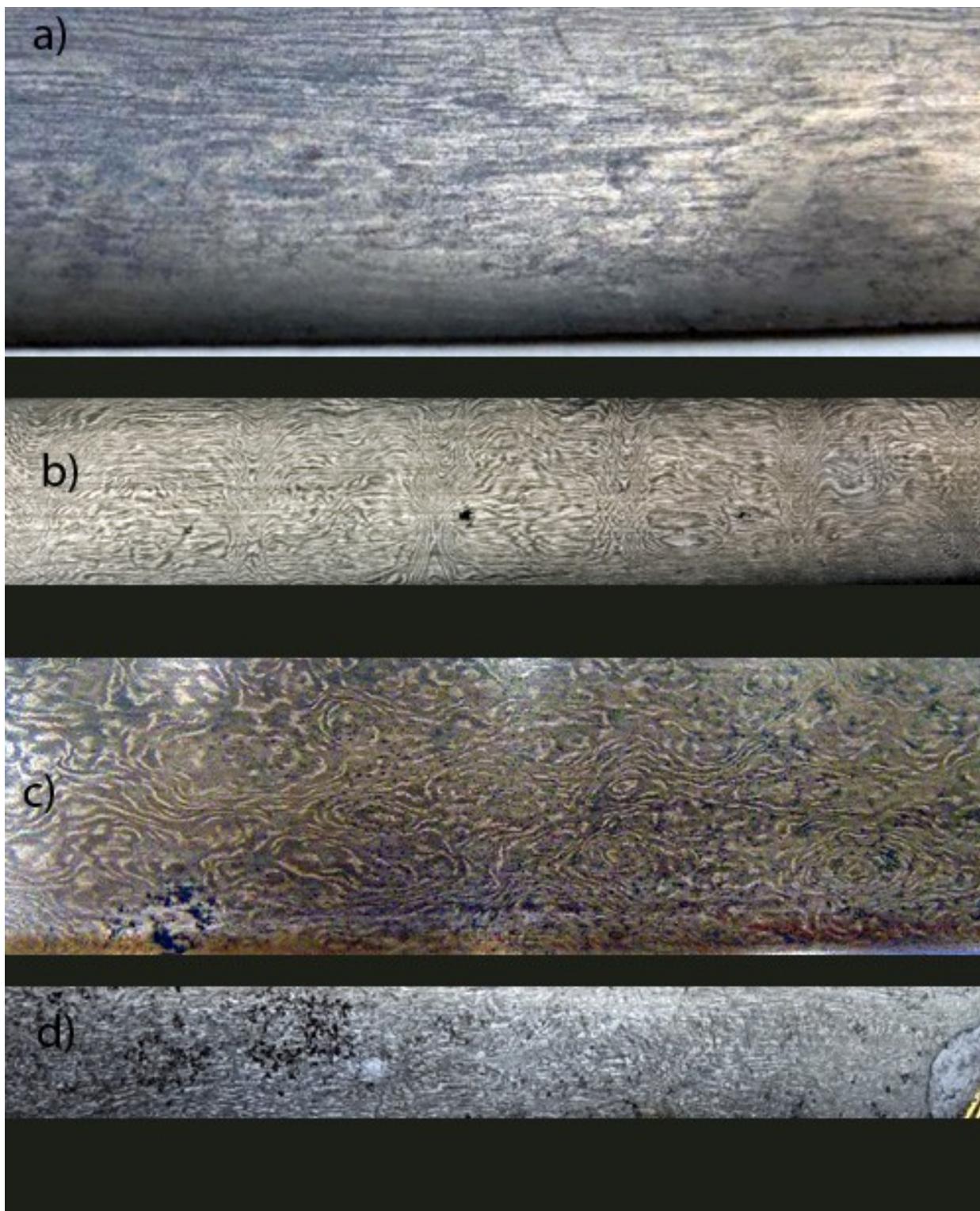


Рисунок 4. Булат: а) шам, б) лестница Пророка, с) кара-табан и d) грузинский булат.

Второй тип узора (кристаллический?), образован тонкими, очень короткими линиями, беспорядочно разбросанными по поверхности. Как и в случае шама, нельзя сказать что подобная структура отличается красотой. Характерно то что наличие на ранних булатных клинках сложной системы долов, больших украшений, выполненных золотой всечкой, скрадывало наличие булатного узора — таким образом булат еще не считался чем-то украшающим клинок, в отличии от оружия XVII-XIX веков, для которого часто булатный узор сам по себе был главным украшением, и все остальные элементы (например, подпись кузнеца) выполнены таким образом, чтобы не отвлекать от красоты булата.

В XV-XVI веках происходит постепенное усложнение процессов выплавки иковки булата, а также, что еще более важно – технологий обработки булатной стали в процессековки собственно клинков. В результате, становятся популярными повторяющиеся, чёткие рисунки, состоящие из переплетающихся линий, меняющих своё направление каждые 1-2см (Рис.5-6). С XVI по XIX век на рынке доминирует булат индийского происхождения (Рис. 4, 7) *Кара-Табан* (Чёрный Сверкающий). Он отличается большим контрастом, образован относительно короткими линиями, которые примерно каждые полтора сантиметра «закругляются», меняя свое направление.



Рисунок 5. Грузинская сабля с персидским булатным клинком, 1861 год.



Рисунок 6. Сосун-пата, арсенал Биканер, XVII век. Булат кара-табан.



Рисунок 7. Булатный слиток из Альварского Арсенала, Раджастан, Индия, предоставлен господином E. Gene Veall.



Рисунок 8. Русский булат т.н. «Аносовского периода» - середина XIX-го века. Златоуст.

В литературе XIX-XX веков встречается упоминание большого количества этнографических терминов, обозначавших различные виды булатных узоров (общее число которых исчисляется не менее чем полутора десятками), однако за исключением шама, кара табана и кара хорасана, мне неизвестны источники по которым можно было бы установить однозначное соответствие между известными узорами и подобной исторической терминологией.

Не ранее конца XVI-го века появляются и очень сложные мотивы, которые получались путём механической обработки, изменяющей направление булатных волокон. Наиболее известная из них - «лестница Пророка» (Рис. 4), для создания которой в булатном клинке делался надрез перпендикулярно к лезвию<sup>xiii</sup>. В мире Ислама, где воде придаётся специальное значение как аллегории Рая, рисунок булатных волокон, извивающихся по поверхности меча назывался «водяным рисунком», поэтому следует предположить что подобная структура булатного узора являлась выражением и определенного религиозного символизма.

Существуют и местные варианты булатов, такие как например встречаются на грузинском оружии (Рис. 4), свидетельствующие о местной выплавке булатной стали.

Нужно отметить, что сохранилось довольно большое количество индийских слитков булатной стали (Рис. 7). Их химический<sup>xiv</sup> и физический анализ позволяет установить несколько фактов:

1. Только небольшой процент обладает химическим составом, соответствующим клинкам высшего класса, за которые я принимаю клинки с узором кара-табан (естественно тут существует некоторая условность, так как известны и прекрасные клинки с более простым рисунком, и в принципе, не похоже чтобы собственно рисунок кара-табан придавал бы оружию какие-либо исключительные свойства – речь идет скорее о том что подобный рисунок один из немногих считавшихся свидетельством выдающегося мастерства). Крайнее разнообразие химического состава, и крайне низкое качество некоторых булатных слитков (низкое содержание углерода, неоднородность состава, наличие вредных примесей) соответствует тому факту что существенная часть булатных клинков – довольно посредственного качества. Многие из подобных слитков наверно вообще не предназначались для изготовления оружия, а использовались как материал для ножниц, ручек, утвари и других предметов обихода и роскоши (в Иране, например, культура сталеварения была развита настолько лучше чем техника работы с каким-либо еще металлом, что сталь использовалась практически во всех возможных приложениях).
2. В целом узоры на поверхности слитков булатной стали отличаются существенно большей однообразностью чем оные на собственно клинках. Большинство из них либо имеют довольно мелкий и невзрачный рисунок, чем-то схожий с кара-табаном. Соответственно, напрашивается вывод, что разнообразие булатных узоров является в первую очередь результатом различий в процессековки.

Метод датировки собственно булатов на основании их рисунка или химического состава до сих пор не разработан. Большинство наиболее изысканных, красивых образцов относятся к XVIII-му веку. Однако, так как количество основных типов булатов ограничено технологически, один и тот же рисунок булата хорасанского типа можно найти на лезвии XVII-го и первой половины XIX-го века. Известно, что в середине XIX-го века

производство булатов резко идет на спад, вследствие конкуренции со стороны более дешёвых видов — русской сталью в Персии<sup>xv</sup> и английской сталью в Индии. В последнем случае свою роль сыграли и ограничения, введенные английскими властями в 1860-70х годах на индийское производство. Также свою роль сыграл и перманентный финансовый кризис, существовавший в странах Азии и коллапс традиционной воинской системы, приведший к практическому исчезновению спроса на качественное оружие.

Хотя европейские торговцы и путешественники оставили немало общих комментариев по поводу «индийской» и восточных сталей, первые попытки научного анализа булата были проведены только в XVIII-м веке. Немедленно было установлено, что собственно булаты и сварной дамаск — продукты принципиально разных технологий (в более ранних источниках подобное разделение неочевидно).

Ранние попытки установить когда собственно началось производство булатов не увенчались успехом — огромное количество оружия, осмотренного европейцами приписывалось пророку Мухаммеду или другим важным историческим деятелям, таким образом наталкивая исследователей на заключение что булат является необычайно древней технологией. Бесспорно было установлено что в Индии еще в начале XIX-го века существовало производство булатной стали, в то время как в Дамаске в XVIII-м веке не только не было производства стали, но и сколь-нибудь массовое производство оружия отсутствовало как таковое. Последний факт, вместе с ошибочной интерпретацией термина «дамасская сталь» как указания на происхождение из Дамаска, привело к созданию теории что дамасская сталь производилась только до XIV-го века, а затем в связи с вторжением Тамерлана секреты были забыты, утеряны или унесены в Иран. Впоследствии, подобный взгляд приобретает чрезвычайную популярность, в качестве примеров можно привести “The Ottoman Empire”, Religious Tract Society, London 1799 или сочинение Аносова<sup>xi</sup>. Необходимо также отметить и сильное влияние писателей эпохи романтизма, в том числе Вальтера Скотта, создавших образ крестоносцев, сталкивающихся с клинками «сарацинов», сделанной из таинственной сверхстали — булата. Несмотря на распространенность подобных утверждений, нужно отметить что оные нуждаются в дополнительном обосновании.

В конце XVIII-го, начале XIX-го веков в Европе устанавливаются что контраст на булатных клинках скорее всего следствие вариации концентрации углерода (по мнению Бреана), однако вопрос не был решен однозначно; многие считали что булат — сплав стали с алюминием (мнение Бранде). Первые же опыты показали что разные клинки имеют существенно отличающийся химический состав, включая (из известных тогда элементов) разные концентрации углерода, серы, и даже платину. Надо отметить типичные для ученых попытки связать свои изыскания с «модными тематиками»: в XIX-м веке было модным изучение платины и алюминия, поэтому нахождение оных в стали мгновенно приводило к утверждениям что именно они ответственны за необычные свойства булата, в то время как в начале XXI века, аналогично популярными стали исследования роли фуллерена в булатах<sup>xvi</sup>, хотя нужно отметить высокий технический уровень данной работы.

В результате работ под руководством Аносова было показано что восточные рецепты изготовления булата могут быть воспроизведены в лабораторных условиях при наличии только железной руды и углеродосодержащих материалов, без всяких дополнительных экзотических компонентов (большинство известных в то время индийских или персидских рецептов требовали использования определенных растений, заклинаний и т.д.). Аносовым было предложено несколько альтернативных способов

получения узорчатой стали, при этом свойства полученной стали находятся в радикальной зависимости от выбранного метода. Полученные им булаты, и вообще булаты изготовленные в XIX-м веке на заводе Златоуст, отличались простотой рисунка (короткие, тонкие, хаотичные линии) — более характерного для ранних булатов (Рис. 8). Даже лучшие образцы не отличаются контрастом или красотой узора.

Трудно оценить преимущества булата и дамаска над обычной сталью. С одной стороны, наиболее дорогие клинки ценились во многом за красивый узор, который хотя и требовал от создателя высочайшего уровня мастерства, но был результатом процессов ничего не имевшими общего с улучшением качества стали. Например нанесение «лестницы» (см. выше) требовало создания на клинке насечек и последующей механической обработки молотом, которая хотя и изменяла поверхностный рисунок, но не отразилась позитивным образом на твердости или гибкости сабли.

С другой стороны, композитные стали обладали рядом интересных свойств. Макроскопические неоднородности прекрасно останавливали распространение трещин (за исключением тех случаев когда недоброкачественный сварной шов сам по себе приводил к их образованию). Из-за этого, если в монолитной стали приходилось мириться с наличием неоднородностей и примесей (крайне негативно влияющими на твердость изделия), дабы избежать появления больших трещин, то в булатах и дамасках могла использоваться значительно более чистая, качественная сталь. Во вторых, дамаски позволяли легко получать требуемую комбинацию жесткого лезвия и мягкой сердцевины. В булатах чередование твёрдых и мягких полос получалось автоматически, хотя они и оказывались распределены по всему объёму изделия. Вопрос насколько собственно физическая структура булатной стали выигрышна по сравнению с обычной — до сих пор окончательно не изучен. При всем этом нужно учесть что себестоимость булатов и дамасков во много раз превышала себестоимость любого другого вида стали, и что вероятность брака при использовании данных технологий была довольно высокой.

- i R.J. Forbes, "Studies in Ancient Technology, Volume 8", Brill, Netherlands, 1971.
- ii D. Chakrabati, "The beginning of Iron in India", *Antiquity* **50**, (1976).
- iii A. Williams, "The knight and the blast furnace: a history of the metallurgy of Armour in the Middle Ages and Early Modern Period", Brill, Boston (2002).
- iv Pinchot O, "The Persian Shamshir and the signature of Assad Allah", *Arms Collecting* 40 (2002).
- v A.R. Williams, "Crucible Steel in medieval swords", *Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy* (2007)
- vi L.Kapp, H. Kapp, Y. Yoshihara, "Modern Japanese swords and swordsmiths", Kodansha International (2002).
- vii S. Takuo, «Effect of Phosphorus Content of Nanban-tetsu on Forgeability of Japanese Sword Making», *The Iron and Steel Institute of Japan (ISIJ)* 90,(2004).
- viii M. Ogawa, "Art of the Samurai", The Metropolitan Museum of Art, New York (2010).
- ix Гзелишвили И.А. "Железоплавильное производство в древней Грузии", Тбилиси, Мецниереба, 1964.
- x A. Feuerbach, "An investigation of the varied technology found in swords, sabres and blades from the Russian Northern Caucasus", *Journal of Institute for Archaeo-Metallurgical Studies* 25 (2005).
- xi Аносов П., «О Булатах», С. Петербург, Глазунова и К, 1841.
- xii B. Zschokke, *Rev. de Metallurgie* 21, 635 (1924).
- xiii L. Feigel, "On Damascus Steel", Atlantis Art Press, 1991.
- xiv J.D. Verhoeven, A.H. Pendray and W.E. Dauksch, "The Continuing Study of Damascus Steel: Bars from the Alwar Armory", *J of Met.* 56, No. 9, 17-20 (2004).
- xv J. Allen, B. Gilmour, "Persian Steel: The Tanavoli Collection", Oxford University Press, 2001.
- xvi M. Reibold, P. Paufler, A.A. Levin, W. Kochmann, N. Pätzke, DC Meyer, "Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre". *Nature* 444, 2006