

И. Таганов, В. Иванов, В. Карасёв

РУССКИЙ булат – «КРАСНЫЙ уклад»

Коллаж на основе картины К. Васильева «Огненный меч»



Обычно характерным признаком булата считают его неповторимый узор, представление о котором сложилось по образцам дорогого, украшенного индийского и персидского оружия (фото 1,2,3). Возможно, что одним из факторов, до сих пор осложнявших разгадку секретов булата, являлось давно укоренившееся, но ошибочное убеждение в том, что узор на булатном клинке отражает и качество (физико-механические характеристики прочности), и внутреннюю макроструктуру металла.

Недавние исследования показали, что узор булатного клинка это только элегантно украшение и не слишком прочная декорация на поверхности, толщиной всего в несколько десятых миллиметра (подробнее см. И. Н. Таганов и др., «Загадка узоров булата», «КАЛАШНИКОВ», №4/2007). Булат является железо-углеродным композитом со средним содержанием углерода 1,3-1,9 % и необычной слоистой структурой. Макроструктура поперечного среза персидского булатного клинка XVII века приведена на фото 4, 5. Типичная структура булатного клинка сложена регулярно чередующимися слоями достаточно однородной стальной матрицы толщиной 40-120 мкм (на фото 4, 5 светлые поля) и слоями сплава толщиной обычно 25-60 мкм, обогащённого эллиптическими или почти сферическими конгломератами частиц цементита (на фото 4, 5 тёмные группы частиц). Микроструктура матрицы клинка чаще всего перлит, бейнит или закалочный мартенсит, в зависимости от характера заключительной термической обработки клинка. Регулярная слоистая макроструктура булата имеет плотность 15-25 слоёв на мм. Разница в содержании углерода в слоях

структуры булата: 2-3,5 %, что намного превышает этот показатель для типичных дамасских сталей: 0,7-1 %.

Особые приёмы создания узоров на булатных клинках некогда рассматривали как самостоятельный жанр кузнечного искусства, ныне, увы, совершенно забытый. При проведении исследований в области истории и металлургии булата важно понимать, что один и тот же булатный клинок со слоистой макроструктурой, может быть украшен совершенно разными узорами – от скромных, слегка волнистых полос сирийского «шама», до экзотической, причудливо завитой сетки тёмно-серого персидского «табана».

Несмотря на распространённое мнение о том, что булатные клинки и доспехи являются достижением исключительно металлургов Индии и Персии, существует много свидетельств былого производства булата и на Руси. Архивы придворных оружейных мастерских царя Алексея Михайловича сохранили даже имена русских оружейников, ковавших булатные клинки и доспехи в XVII столетии: Богдан Игнатьев – ножи, Дмитрий Коновалов – «зеркала булатные», Тренка Акатов – сабли, Фёдор Константинов – доспехи, Кузьма Плотников – копыя и доспехи, Дмитрий Рожок – булавы.

Древняя металлургия славянских племён до сих пор изучена недостаточно, но греческие и римские историки, описывая «варваров», единодушно отмечают, что скифы и славяне «предпочитали железо золоту».

В 512 году до н. э. армия персидского царя Дария I, перейдя Дунай, стала продвигаться в скифские степи, посылая гонцов к скифам с предложением сойтись в решительном сражении. Но скифы уклонялись от битвы, изматывая персов внезапными кровопролитными набегами. Все скифские воины были вооружены коротким стальным мечом-акинаком и стальной боевой секирой. И это в то время, когда армии самых могущественных государств древнего мира – Персии и Греции сражались только бронзовым оружием, а редкие стальные



Фото 1,2,3. Образцы дорогого, украшенного индийского и персидского оружия

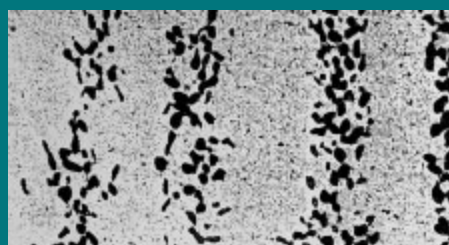
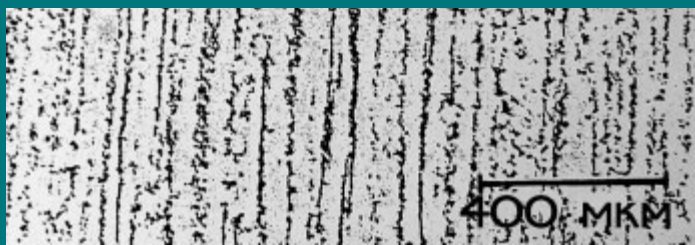


Фото 4 (справа), 5. Макроструктура поперечного среза персидского булатного клинка XVII века

мечи были предметами роскоши, украшая воинскую элиту. Когда Дарий узнал от пленных, что все скифы имеют стальное оружие, он, оставив обоз, раненых и пехоту, под покровом ночи ушёл с конницей к построенному им мосту через Дунай, перешёл реку и сжёг за собой мост.

Много свидетельств о высоком качестве вооружения славян донесли до нас записки арабских путешественников IX-XI веков. Ахмед ибн Фадлан, посетивший Волгу в начале X века, так описал русов: «Каждый из них имеет при себе неразлучно меч, нож и секиру; мечи же их суть широкие, волнообразные, клинки своей или франкской работы». Ибн Хордадбе в середине IX века писал об экспорте мечей из славянских земель:

«Что же касается купцов-русских – они же суть племя из Славян – то они вывозят меха выдры, меха чёрных лисиц и мечи из дальнейших концов Славонии к Румскому (Чёрному) морю». Задолго до появления известного пути «из варяг в греки» по Днепру, где шла в основном торговля хлебом, по Неве, Паше, Ояти и Волге проходил оживлённый «железный» или, как его называли на Востоке, «королевский» путь от Балтийского моря в Хорезм и Багдад. Именно этим путём наряду с дорогами мехами из северной Руси привозили на Восток франкские и славянские мечи, которые ценились там иногда в тысячу раз дороже восточных клинков (сообщение Ибн Мукадесси, X век).

Хорезмийский учёный Мухаммед Аль Бируни оставил ценное свидетельство особенностей производства на Руси мечей из узорчатой стали в XI столетии: «Русы выделяли свои мечи из шабуркана (углеродистой стали), а долы посредине их из нармохана (железа), чтобы предотвратить их хрупкость. Аль-фулад (оружейная сталь) не выносит холода их зим и ломается при ударе. Когда они познакомились с фарандом (индийским булатом), то изобрели для долов плетенье из длинных проволок из обеих разновидностей железа – шабуркана и женского

(железо). И стали получаться у них на сварных плетеньях при погружении (в травитель) вещи удивительные и редкостные, такие, какие они желали и намеривались получить. Аль-фаранд же не получается соответственно намерению при изготовлении, и не приходит по желанию, но он случаен».

Слово «булат» (от персидского «пулад» и арабского «аль-фулад» – оружейная сталь) вошло в русский язык только в конце XV века после возвращения из Индии русского путешественника, тверского купца Афанасия Никитина. До этого булат на Руси называли «красным укладом», а дамасскую сталь «красным» или «травчатым» железом. Поэтому древняя технология производства русского «уклада», не встречающаяся больше нигде в мире, заслуживает особого внимания. Производство уклада можно было ещё увидеть кое-где в глухих уголках России даже в начале XIX века, где его изучал и достаточно подробно описал французский путешественник Фулон. Уклад готовили из предварительно прокованной для того, чтобы отжать шлаки, заготовки сырьцевого железа в форме каравая круглого хлеба. Заготовка прокаливалась в кузнечном горне под слоем угля в режиме, при котором поверхностные слои металла интенсивно насыщались углеродом. После быстрого охлаждения заготовки замороженным рассолом, науглероженные слои легко отбивались молотом, в форме хрупких корок закалённой стали. Эти стальные корки разбирались кузнецами на два сорта: крупные и толстые из среднеуглеродистой стали, и мелкие, тонкие из высокоуглеродистой. Крупные корки среднеуглеродистой стали собирали в прямоугольный блок («парегу»), перевязывая его для прочности железной проволокой. Щели в пареге, присыпанные флюсом, заполняли измельченными тонкими корками высокоуглеродистой стали. При осторожном нагреве пареги, высокоуглеродистая сталь размягчалась и начинала плавиться первой, спаивая всю пачку корок среднеуглеродистой стали в монолитный блок. Несколько проковок пареги завершали процесс производства уклада. Сам термин «уклад» и происходит от характерного приёма «укладывания» металлических корочек в парегу.

Не требуется особой проницательности, чтобы увидеть в производстве русского уклада тот же общий принцип термомеханической переработки неоднородной смеси сплавов с разным содержанием углерода, который описал, в частности, Аль Бируни, рассказывая о булате в Афганистане



Фото 6. Собранная из чередующихся слоев стали и чугуна композиция (парега)

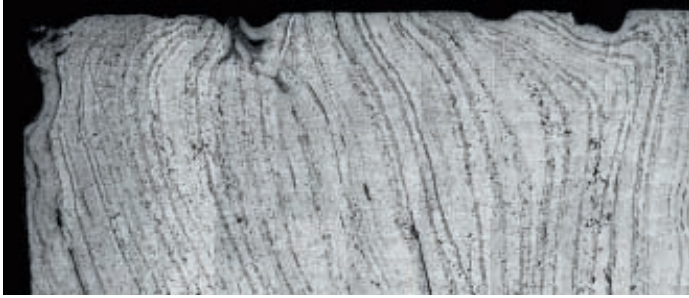


Фото 7. Несколько последующих высокотемпературных ковок (1250-1000°C) «залечивают» все трещины и каверны, а прослойки окислов на границах с чугуном восстанавливаются до металла

и Западной Индии: «Сталь по своему составу бывает двух сортов: когда в тигле плавится нармохан (железо) и «вода» его (чугун) одинаковым плавлением и они оба в нём соединяются так, что не различимы один от другого..., (другой сорт) получается, когда в тигле (они) плавятся неодинаково и между ними не происходит совершенного смешения. Отдельные частицы их располагаются вперемешку, но каждая ясно видна по особому оттенку. Называется фаранд (одно из арабских названий булата и булатного узора)».

Русский уклад высоко ценился в средневековой Европе и шёл на лучшее оружие. Оружейники в германских землях называли его «Gerfalcon» («Кречет») потому, что после травления, поверхность этой стали обнаруживает бледно-серые, неровные полосы, похожие на узоры на груди ястреба или кречета. Экспорт уклада в Европу был особенно интенсивен в царствование Ивана Грозного, и архивы московских приказов свидетельствуют, что производили его во многих местностях России. Особенно часто упоминаются московские, тульские и устюженские уклады. Несмываемое ничем природное клеймо русского уклада – крупный бледно-серый узор – после специального травления без труда обнаруживается на многих шедеврах европейского оружейного искусства.

В технологии русского уклада контрастность узора на готовом металле определяется разностью концентраций углерода в сплавах, составляющих парегу. Наибольший контраст в узоре должен обнаруживать уклад из среднеуглеродистой стали и чугуна. При этом после прогрева до температуры размягчения чугуна и нескольких обработок молотом, может получиться поковка двухфазного неоднородного металла, как раз с разностью концентраций углерода в фазах 2-3,5 %, характерной для восточных булатов.

Такой экзотический процесс получения неоднородного железо-углеродного композита был исследован нами в лабораторных условиях. В качестве компонентов с низкой концентрацией углерода (матриц) применялись две стали: 0,3 % С и 0,9 % С. В качестве высокоуглеродистой составляющей использовался специально сваренный чугун с содержанием углерода 3-3,5 %. Собранный из чередующихся слоев стали и чугуна композиция (парега), дважды проковывалась особым методом в диапазоне температур 1200-1000°C. Макроструктура поковки на этом этапе представлена на фото 6. В начальной стадии процесса металл состоит из чередующихся слоёв стали со структурой перлита, и чугуна со структурой ледобурита. На этом этапе толщина слоёв очень неравномерна и слои чугуна, а также поверхности спайки слоев, изобилуют кавернами, микро- и макротрещинами, а также прослойками окислов. Однако несколько последующих

высокотемпературных ковок (1250-1000°C) «залечивают» все трещины и каверны, а прослойки окислов на границах с чугуном восстанавливаются до металла (фото 7). Дальнейшая вытяжка поковки в полосу при температурековки 1100-1000°C не только уменьшает средний поперечный размер слоёв, но и выравнивает их толщину (фото 8). Выравнивание толщины слоёв, вероятно, объясняется тем, что степень деформации слоёв при такой ковке, оказывается всегда, в среднем, пропорциональной их толщине. Структура ледобурита в слоях чугуна сохраняется вплоть до толщин слоёв 100-150 мкм (плотность 6-10 слоёв на мм). При дальнейшей вытяжке полосы, когда толщина слоев чугуна становится менее 100 мкм, начинается процесс формирования кластеров цементита из ледобурита. Этот процесс имеет термомеханическую природу и определяется как механическим дроблением слоев чугуна, так и термоциклированием при ковке. Схожий процесс обособления и сфероидизации цементита в сталях при термоциклировании был открыт, и изучался ещё в начале XX века профессором В. П. Ижевским. Продолжение кузнечной термомеханической обработки для достижения плотности 15-25 слоёв на мм формирует в металле типичную слоистую структуру булата (фото 9).

Наши лабораторные исследования древней технологии русского уклада свидетельствуют, что высокоуглеродистый уклад («красный уклад») имеет ту же слоистую макроструктуру, что и знаменитые индийские и персидские булаты. Несомненно, однако, что особое значение для истории металлургии имело бы систематическое металлографическое исследование структуры металла древнерусских мечей и доспехов, найденных археологами.



Фото 8. Дальнейшая вытяжка поковки в полосу при температурековки 1100-1000°C не только уменьшает средний поперечный размер слоёв, но и выравнивает их толщину

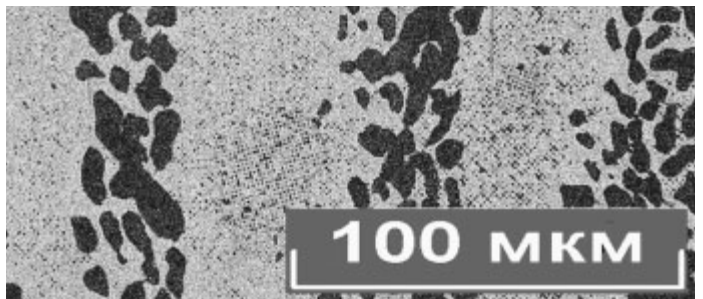


Фото 9. Кузнечная термомеханическая обработка для достижения плотности 15-25 слоёв на мм формирует в металле типичную слоистую структуру булата