

УДК 621.74

ЧТО ТАКОЕ БУЛАТ?

Высокая В.А. (КИИ ДонНТУ)
Научный руководитель – Горячева Т.В.

В статье рассмотрены исторические сведения о создании булата, приведены основные характеристики и современные технологии получения сплава.

Ключевые слова: булат, сплав, науглероживание, направленная кристаллизация, легирование

Булат (от перс. فولاد – фу́лад и тюркского «болот», «сталь») – сталь, благодаря особой технологии изготовления отличающаяся своеобразной внутренней структурой и видом («узором») поверхности, высокой твёрдостью и упругостью. С древнейших времён, первые упоминания встречаются ещё у Аристотеля, используется для холодного оружия – клинков мечей, сабель, кинжалов, ножей и др.

Булат производили в Индии (под названием вуц), в Средней Азии и в Иране под названиями табан, хорасан, фаранд. Аль-Бируни приводил некоторые сведения о его производстве: «Второй сорт получается, когда в тигле указанные вещества плавятся неодинаково и между ними не происходит совершенного смешения. Отдельные частицы их располагаются вперемешку, но при этом каждая из них видна по особому оттенку. Называется это фаранд. В мечах, которые их (два оттенка) соединяют, он высоко ценится». На Руси были знакомы с восточным булатом и изделиями из него, есть также сведения о закупке булата для производства оружия. Для его классификации использовались такие термины, как красный и синий булат, красное железо. В России литой булат, аналогичный старинным восточным образцам, был получен на Златоустовском заводе под руководством русского горного инженера, начальника Златоустовских заводов генерала-майора Павла Петровича Аносова. Аносов начал заниматься булатом в 1828 г. по поручению Горного ведомства. После огромного числа опытов были получены образцы булатных клинков и слитки булатной стали. В отчётах Аносова описываются и воспроизведённые им способы получения классической кованой дамасской стали, но делается вывод о том, что это нетехнологично. В 1839 г. оружие и другие изделия из русского булата демонстрировались в Санкт-Петербурге, в 1841 году работа Аносова «О булатах» была представлена на Демидовскую премию.

Арабские хроники содержат много восторженных упоминаний о мечах из Артании, как в далекой древности именовали Русь, причем в описание речь идет об оружии высшего качества – о булатном.

Булат – собирательное название для твёрдых и вязких сплавов железа и углерода. Химически булат отличается от стали количественным содержанием углерода. По этому показателю булат близок к чугунам. Но физически он сохраняет ковкость низкоуглеродистых сталей и ощутимо превосходит последние по твёрдости после закалки. Такие свойства более связаны со структурой металла, нежели с химическим составом (по аналогии с чистым без примесей графитом и алмазом, у которых химический состав идентичен, но физические свойства различны). Таким образом, один только химический анализ не позволяет определить отношение металла к булатам. Булат требует отличных от стали способов обработки (ковки, закалки) и может быть повреждён неправильной термической обработкой, обратившись обычной сталью или нековким чугуном. Тем не менее булат может быть доведён до расплавления и после остывания остаться булатом, или, как в случае с дамаском, может быть многократно прокован и сварен кузнечной сваркой сам с собой или с другими булатами и сталями.

Из множества сталей (но далеко не из всех), может быть получен булат, практически, без изменения химического состава исходного материала, но способность сплава приобрести

в процессе кристаллизации характерную для булатов структуру сильно зависит от лигатуры сплава и булаты не получатся из высоколегированных сталей, а из легированных, если получаются, то только низшие сорта булатов.

Хотя современные материалы превосходят булат, для своего времени он являлся непревзойдённым образцом совершенства металла, поэтому до сих пор сохранились немногочисленные энтузиасты, владеющие искусством его приготовления и обработки.

Внешне булат отличается наличием беспорядочного узора, который получается при кристаллизации. На него, как на одно из отличий от сварочного дамаска, где узор получается закономерным, указывал ещё Аль-Бируни. Аносов П.П. также обращал на это внимание. Он разработал несколько способов получения булата:

- сплавление железных руд с графитом, или восстановление и соединение железа с углеродом;
- сплавление железа при доступе углей, или соединение его предварительно с углеродом и восстановление его посредством закиси железа или с помощью продолжительного отжигания без доступа воздуха;
- сплавление железа непосредственно с графитом, или соединение его прямо с углеродом.

Аносов указывал: "Первый способ требует чистейших железных руд, не содержащих кроме закиси железа никаких посторонних примесей, в особенности серы. Но подобные руды встречаются чрезвычайно редко, притом и потеря в графите весьма значительна, а успех в насыщении железа углеродом не всегда в зависимости от искусства. Сверх того, руды, по малой относительной тяжести, занимают более объёма, нежели железо, и, заключая в себе металла около половины своего веса, уменьшают количество продукта при одной вместимости с железом до $\frac{1}{4}$ и даже до $\frac{1}{8}$ при одних и тех же прочих расходах. Из сего видно, сколь этот способ дорогостоящий. Таким образом, трудность отыскать в совершенстве первые материалы, случайность соединения железа с углеродом в надлежащей пропорции и дороговизна делают способ не доступным для введения в большом виде. Но он знакомит и с способом древних и с причиной драгоценности совершенных азиатских булатов, ибо древние скорее могли попасть на способ простой, нежели сложный. Употребление тиглей столь же древне, как и известность золота: ничего не могло быть ближе для древних алхимиков, как испытание плавкой всех тел, похожих по наружному виду на металлы, и в этом случае для них ближе было испытывать графит, нежели для нас, привыкших думать, что он не плавится и может быть полезен токмо в тиглях и карандашах.

Второй способ не мог быть введен в употребление по затруднительной ковке при значительном содержании углерода, что происходит, по моему мнению, от недостаточной чистоты кричного железа и от затруднения очистить оное совершенно помощью железной закиси. Железо может быть улучшено способом, употребляемым в Японии и вообще в Азии, продолжительным сохранением в воде или земле, а очищение угля едва ли будет столь совершенно, как в графите.

Третий способ введен уже в употребление, но как литая сталь для сохранения ковкости не может заключать много углерода, то она и составит особый разряд литых булатов, годных на выделку дешевых изделий: ибо пуд литого булата обходится около 10 рублей.

Четвертый способ, как почитаемый мною удобнейшим и соответственнейшим при наименьших расходах, к получению настоящих булатов. – П.П.Аносов. "О булатах".

В СССР также проводились эксперименты с булатом, описанные Ю. Г. Гуревичем. Советский способ заключался в том, что железо или малоуглеродистую сталь расплавляли в индукционной печи, нагревали до 1650 °С, раскисляли кремнием и алюминием, после чего добавляли углерод в виде графита. В результате получали чугуны с 3–4 % содержанием углерода. После эта жидкость немного охлаждалась и в неё порциями подавалась стружка из малоуглеродистой стали или железа, в сумме 50–70 % от массы чугуна. Готовый к отливке расплав находится в кашицеобразном состоянии – в нём взвешены эти частицы. При кристаллизации получался булат с высокоуглеродистой матрицей, в которую вкраплены низкоуглеро-

дистые частицы. Эти частицы науглероживались только снаружи, а внутри сохраняли небольшое содержание углерода (от 0,03 до 1 %, в зависимости от способа охлаждения). Среднее же содержание углерода в матрице составляло около 1,5 %. Для придания дополнительных свойств могут быть добавлены легирующие элементы (например, никель и хром придают булату коррозионную стойкость). Для получения цветастых булатов обычный булат оксидировался при 200°—400 °С, что в результате давало сиреневые узоры на фоне золотистой матрицы.

Особенности и достоинства булата

Характерной особенностью булатной стали является наличие узоров (рисунка) на ее поверхности. Отсюда и название харалужная – цветистая

Тщательное изучение Аносовым различных типов булата позволило ему дать впервые описание рисунков на булатах, классифицировать их и установить определенную зависимость между характером рисунка и свойствами металла. На некоторых булатах узоры были видимы невооруженным глазом, сразу после полировки; на других узоры появлялись только после травления соком растений или органическими кислотами. (рис.1)



Рисунок 1 – Коленчатый узор булатного клинка из коллекции Д.К. Чернова

Узор мог быть крупным или мелким. «Опытные азиатцы» считали, что чем крупнее и яснее узор, тем выше качество металла. Исследования Аносова подтвердили правильность этой точки зрения. Крупным считался узор, когда он, по определению Аносова, достигал толщины нотных знаков; мелким, когда его все-таки можно было обнаружить невооруженным глазом. Лучшее представление об узоре булата дает фотография с одного из клинков (рис.2).

Промежутки между узорами – грунт или фон – бывают разного оттенка и так же зависят от типа булата, как и еще одна его особенность – отлив поверхности стали. Грунт или фон могут быть серыми, бурыми или черными: чем темнее был грунт, тем выше оценивал Аносов достоинства булата. Отлив поверхности булата может быть от красноватого до золотистого цвета; чем ближе цвет к золотистому, тем выше считалось качество булата.

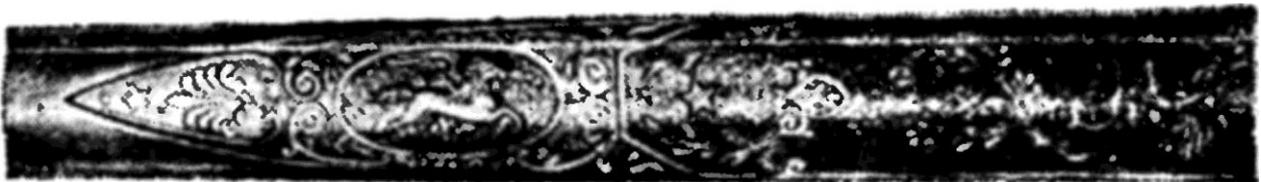


Рисунок 2 – Шпажный клинок из златоустовской стали работы известного мастера И.

Бушуева. В овале – крылатый конь. На обухе надпись: «И. Бушуев. Златоуст. 1826 г.».

В качестве «технологических проб» для оценки качества булатных клинков в древние времена служили:

- звон: чем чище звон, тем выше качество стали;
- острота кромки: при испытании кромки булат Должен рассекать на лету шелковый газовый платок;
- стойкость лезвия: при разрубании железного прутка булат не должен получать зазубрин;
- упругость: сгибание не должно давать излома и остаточной деформации.

Восточные мастера показали не только высокое искусство изготовления булата, но и высокое мастерство подделки под булат.

Искусственный или, по Аносову, ложный булат изготовлялся путем сварки (сварной булат) сталей различного типа, мягких и жестких, с последующей их ковкой. Сварочный булат тоже имел красивые узоры, но «опытный глаз, – говорил Аносов, – не затруднится распознать искусство».

В древние времена сварочные булаты были довольно высокого качества. Изготовление сварочного булата было развито, главным образом, в Индии, Турции и Грузии.

Западноевропейские мастера – итальянские (Милан), испанские (Тоledo) и немецкие (Золинген) – пытались перенять именно способы изготовления ложного булата и совершенствовать их.

Но европейские сварочные булаты не приобрели сколько-нибудь заметной известности, так как европейские мастера больше внимания уделяли красоте ложного узора, чем качеству стали. Вот почему «сварочные золингеновские булаты, хотя и имели красивые узоры, не имели качества булата».

Литература:

1. Аносов П. П. Собрание сочинений. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
2. Ангейн А. К. Дамасская сталь в странах бассейна Балтийского моря. Рига: Зинатне, 1973.
3. Аствацатурян Э. Г. Оружие народов Кавказа. — М.: Эль-Фа, Хоббикнига, 1995. — 192 с. — 10 000 экз. — ISBN 5-85561-002-0. (в пер.)
4. Беляев Н. Т. О булатах // Металлургия. — 1911. — № 8.
5. Годеновский Н. Б. Тайна булатной стали / Рецензент: докт. техн. наук Б. К. Ушаков. — Изд. 2-е, доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. — 384, [32] с. — (Золотой фонд). — 2000 экз. — ISBN 978-5-222-17624-5. (в пер.)
6. Гуревич Ю. Г. Загадка булатного узора. — М.: Знание, 1985.
7. Мезенин Н. А. Занимательно о железе. — М.: Металлургия, 1972.
8. Терехова Н. Н., Розанова Л. С., Завьялов В. И., Толмачева М. М. Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе. — Металлургия. 1997.
9. Щербаков В. А., Борзунов В. П. Булатная сталь. — М.: МИСиС, 1996.
10. Шерби О. Д. и др. Сверхвысокоуглеродистые стали, их свойства и возможности
11. <http://slovarsbor.ru/w/булат/>
12. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>