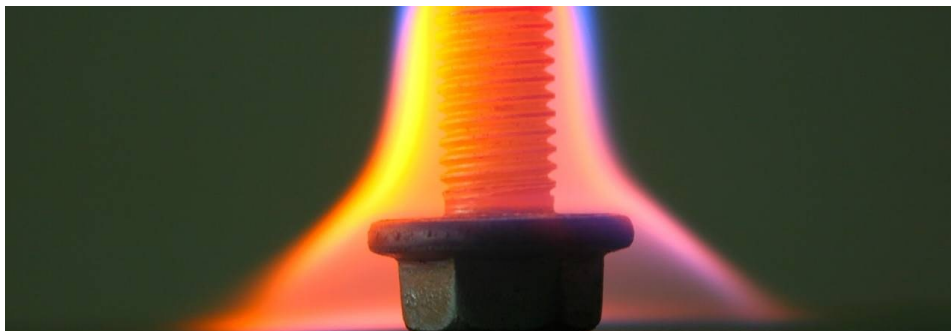


Навіщо потрібне загартовування виробів зі сталі?

Напружена атмосфера. Три члена журі. Чотири майстри ковальства, лише один з яких виявиться переможцем. Язики вогню, дзвін металу і таймер зі зворотнім відліком. Хтось намагається переграти суперників за рахунок досвіду, а хтось - за рахунок знань в матеріалознавстві і термічній обробці металів.



Все це атрибути популярного американського телешоу «Між молотом і ковадлом», в якому кожен глядач, не встаючи з дивана, може дізнатися тонкощі виробництва холодної зброї.

Одним із секретів професійного майстра-зброяра є правильне загартовування металу, з якого буде вироблений гострий і міцний клинок. І часто саме цей етап стає непереборною перешкодою для учасників шоу. Коваль повинен не тільки вміло працювати з молотом і ковадлом. Найдраматичніший момент настає, коли розігрітий напівфабрикат опускають в ємність з рідиною. Це і є загартовування, від якого залежить якість поверхні, характеристики сталі, форма клинка, а також фінальна оцінка суддів. Адже якщо допущена помилка, то метал може викривити, покритися тріщинами або ж залишитися занадто м'яким.

Як з'явилося загартовування?

До середини XIX століття вважалося, що якість сталі і виробів з неї залежить виключно від кування або ковальської обробки. Лише в 1866-1868 роках російський вчений Дмитро Костянтинович Чернов при вивченні металу бракованих гармат з'ясував і довів, що високоякісна сталь - це продукт, що пройшов термічну обробку, в т.ч. загартовування, в результаті якої в металі відбуваються зміни, які в середньовіччі могли б прийняти за магію.

Сталь має кристалічну структуру, якій властиво змінюватися в залежності від зовнішніх умов і утворювати різні стійкі кристалічні решітки. Ця особливість називається поліморфізмом кристалів і вперше була відкрита німецьким хіміком Мартіном Генріхом Клапортом в 1798 році на прикладі карбонату кальцію.

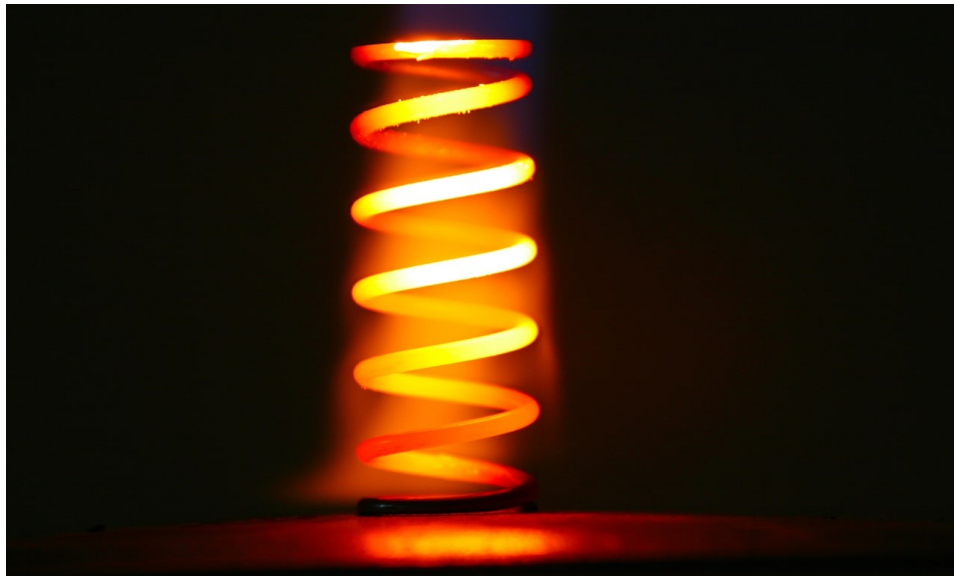
Чернов розвинув цю теорію стосовно сталі. Він встановив 4 критичних температури - а, b, c і d, які отримали назву «Точки Чернова». При їх досягненні змінюється фазовий стан і структура сталі під час охолодження або нагрівання твердого сталевого виробу. Відкриття Дмитра Чернова поклало початок розвитку науки про термічну обробку металів. Та й загалом в металургії після цього почали все сильніше використовувати науковий підхід і все менше враховувати досвід, накопичений попередніми поколіннями.

Як загартовування впливає на сталь?

На молекулярному рівні сталь являє собою кристалічну структуру з поліморфними властивостями. Цей термін походить від грецького слова, що означає «різноманіття». В даному випадку мова про те, що кристалічні решітки сталі, які можуть значно відрізнятися між собою, при певній температурі трансформуються одна в іншу - це і є поліморфне перетворення. Крім того, при різних умовах охолодження (прискорене або навпаки уповільнене), можуть утворюватися зовсім різні фазові складові. Структура сталі після загартовування, як і після інших видів термічної обробки, змінюється. Даний процес впливає на характеристики металу, а структури і фази, одержувані в залежності від виду та ступеня термічного впливу, називаються аустеніт, мартенсит, ферит, цементит, перліт і т.д. - взагалі, досить складні фізико-хімічні терміни та пояснення.

Якщо ж говорити мовою, зрозумілою широкій аудиторії, загартовування - це високотемпературний нагрів і різке охолодження сталевго виробу, завдяки яким знижується пластичність і в'язкість вуглецевої сталі. Матеріал стає міцним, твердим та крихким. І все це відбувається в твердому стані, тобто без нагрівання сталі до плавлення.

На практиці це виглядає наступним чином. Наприклад, холодну заготовку майбутнього ножа або свердла **нагрівають** трохи вище критичної температури, при якій відбувається те саме поліморфне перетворення кристалічної решітки. Метал деякий час **витримують** при заданій температурі. Після цього заготовку швидко охолоджують у воді, солях або мастилі (в залежності від ступеня легування сталі і необхідного комплексу властивостей), фіксуючи нову структуру. При цьому в сталевому виробі утворюється внутрішнє напруження, яке може привести до передчасного руйнування.



Тому загартовану деталь в більшості випадків піддають ще одній процедурі - відгартовуванню. Це технологічний процес, під час якого металевий виріб нагрівають до відносно невисоких температур з наступним охолодженням на повітрі або з піччю. Він дозволяє знизити крихкість сталі при збереженні міцності.

Які бувають способи загартовування сталі?

Один з основних факторів, які впливають на загартовування металу - це середовище, в якому воно відбувається. Це може бути вода, мастило, спеціальне водополімерне середовище або ж розчини солей, від вибору яких залежить швидкість охолодження. Справа в тому, що кожна з цих середовищ має певну охолоджувальну здатність, і якщо вибрати невідповідну, то виріб або не загартується, або, навпаки, через занадто високу швидкість охолодження виникнуть надлишкові напруги і матеріал розтріскається. Тому для кожного сплаву повинні застосовуватися конкретні гартувальні рідини: наприклад, для вуглецевих сталей - вода, для легованих - мастило.

Загартовування сталі може відбуватися в одному середовищі або ж може виконуватися переривчасте загартовування в двох середовищах, існують також струменисте та ступінчасте загартовування і т.д. Цей вибір залежить від вихідної марки сталі, бажаних фінальних характеристик, площі гартовуваної поверхні і багатьох інших факторів.

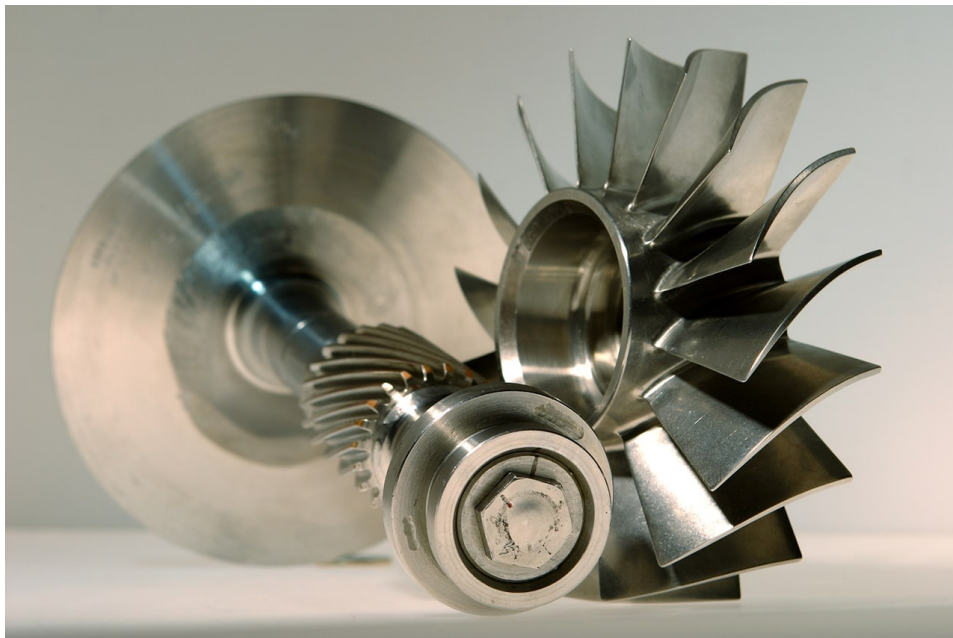
Наприклад, в японських мечях катана загартовується лише ріжуча кромка, так званий хамон. Щоб цього домогтися, ковалі обмазують незагартований меч спеціальною глиною, після чого стирають її з кромки майбутнього меча. Та виконують загартовування. Не обходилося і без експериментів. Наприклад, використання настою конопляного масла з зеленим чаєм замість води надавало лезу катани об'ємний ефект, який отримав назву дворівневий хамон.

Помилки і недоліки загартовування сталі

Однак загартовування сталей - це дуже тонкий процес. У ньому дуже важливо розігріти виріб до потрібної температури. Досвідчені ковалі визначають температуру нагрівання стали, як правило, візуально - за кольором її поверхні. Але якщо майстер допустить прорахунок, то виріб не отримає потрібних характеристик. На промислових підприємствах температуру нагрівання звичайно ж контролюють спеціальними приладами - пірометрами, термопарами та іншої контрольно-вимірювальною технікою.

Що може трапитися? Метал може виявитися **недостатньо твердим**. Причина-низька температура нагріву, мала витримка або занадто повільне охолодження. Дефект можна виправити відпалом і повторним загартовуванням. **Перегрів** супроводжується підвищеною крихкістю. Але його також можна

виправити за допомогою відпалу (нормалізації) і повторного загартовування.



А ось **перепал** виникає, коли сталевий виріб нагрівають до температур, близьких до температури плавлення. У підсумку виходить дуже крихкий метал, і цей дефект вже неможливо виправити. Також при неправильному загартовуванні можуть виникати **окислення і знеуглецювання, викривлення і тріщини**. Одна з причин подібного браку - це нерівномірність структури вихідного металу або швидкості температурних змін. Адже перехід від однієї кристалічної структури до іншої (з аустеніту в мартенсит) веде до збільшення обсягу на 3%.

Тому щоб уникнути або для мінімізації подібних помилок розроблені і використовуються спеціальні таблиці і колірні діаграми. Існують довідники ізотермічних і термокінетичних діаграм, в яких для кожної марки сталі можна вибрати коректні умови термічної обробки, що забезпечують отримання необхідної структури.

Величезна кількість нюансів, які виникають під час термічної обробки сталевих виробів, і які потрібно враховувати в технологічному процесі - це привід для серйозного вивчення металургійної науки. Навіть телевізійні шоу наочно демонструють, що в умовах обмежених ресурсів не тільки досвід, але і знання дають велику перевагу тим, хто хоче домогтися найкращого результату.

<https://metinvestholding.com/ua/media/news/zachem-nuzhna-zakalka-izdelij-iz-stali>