

Оскільки сормайт № 2, як правило, використовують для деталей, які працюють в умовах ударних навантажень, то досліджувався вплив ТЦО на змінення величини їх ударної в'язкості.

З цією метою виготовлялись спеціальні зразки квадратного профілю з розмірами 1,5×1,5 мм і довжиною 20–30 мм. Схема іспитів аналогічна іспитам за методом Ізода. При виготовленні зразків з наплавленого шару вирізувались пластинки товщиною 2 мм, які потім розрізались по необхідному розміру. Іспити виконувались на маятниковому копрі при консольному закріпленні зрізків з вилетом 3,2–4,5 мм. Після ТЦО наплавки з сормайта № 2 за вищезгаданими режимами пружні властивості суттєво поліпшуються наступним чином:

Таблиця 1 – Вплив кількості термоциклів на пружні властивості сталі

Кількості термо-циклів, $N_{\text{т}}$	1	2	3	4	5	6
KCV, Дж/см ²	11,8	14,6	15,8	20,1	21,2	24,8

Таким чином в результаті виконаних досліджень встановлено, що ТЦО позитивно впливає на ударну в'язкість та обробляємість деталей, які відновлені сормайтом, забезпечуючи можливість більш широкого використання лезового інструменту, що знижує витрати на виробництво.

Список літератури

- 1.Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Повышение качества восстановления деталей машин. — К.: Техніка, 1989 — 168с.
- 2.Коровайченко Ю.М. Термоциклічна обробка зварних з'єднань. — К.: УМКВО, 1992. — 46 с.

© Коровайченко Ю.М., 1999.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАГАРТУВАННЯ НА СТАН МІКРОСТРУКТУРИ ШВИДКОРІЖУЧИХ СТАЛЕЙ

КОРОВАЙЧЕНКО В.В. (МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ)

Головним етапом термічної обробки швидкоріжучих сталей типу Р6М5, Р12Ф3 та інших є змінююче загартування, яке виконується шляхом загального або місцевого нагрівання до температури загартування, деякої витримки при цій температурі і прискореного охолодження в мастилі або воді. Можливі і більш складні варіанти, в тому числі з багаторазовим виконанням. Структура загартування, яка при цьому формується, в основному визначає властивості швидкоріжучих сталей в процесі експлуатації [1].

Основним фактором, який визначає стан структури, є температура загартування, яка може змінюватись у відносно широкому діапазоні (в середньому від 1000°С до 1350°С). Встановлено, що при загартуванні найчастіше формується структура мартенситу різного типу і розмірів окремих складових.

Так при підвищенні температури загартування сталі Р12Ф3 з 1240°С до 1360°С величина зерна зростає з 11 до 9 балів за шкалою ASTM (рисунок 1) при цьому динаміка збільшення має практично лінійний характер. Змінення швидкості

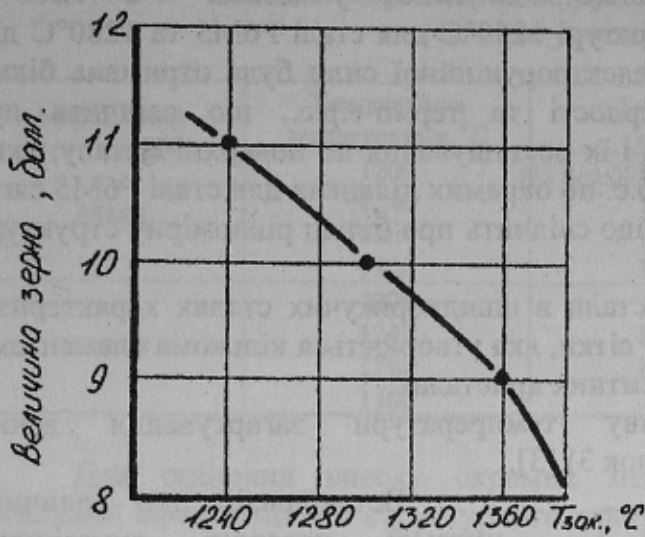
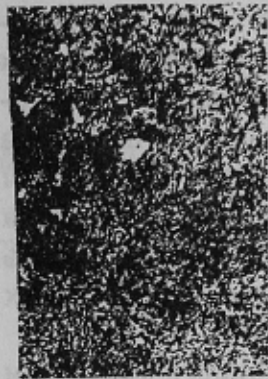


Рисунок 1 – Залежність величини зерна швидкоріжучої сталі Р12Ф3 від температури загартування

рення карбідної сітки з відповідним зниженням опору руйнуванню.

Тип структури та величини зерна



а



б

Рисунок 2 - Мікроструктура швидкоріжучої палі після загартування: *а* — сталь Р12Ф3 (температура загартування 1240°C); *б* — сталь Р6М5 (температура загартування 1280°C)

нагрівання зміщує отриману залежність в область більш низьких температур, таким же чином діє і зменшення швидкості охолодження. Вплив підвищення швидкості охолодження діє зворотнім шляхом, зміщуючи отриману залежність в область підвищених температур. Загалом визначаючим фактором при цьому залишається температура нагрівання, а інші фактори в основному впливають на стан карбідної фази та напружений стан кристалічної решітки.

Встановлено також, що при підвищенні температури загартування збільшуються розміри карбідів, а їх розташування стає більш неоднорідним, при цьому характерне утво-

рення визначаються як температурою загартування, так і вмістом хімічних елементів, в особливості вуглецю (рисунки 2). Так при підвищеному вмісті вуглецю і більш низьких температурах загартування найчастіше формується мартенсит голчастого типу (рисунки 2, а), який підвищує як міцність так і пластичність сталі, що дозволяє використовувати її при ударних навантаженнях. Вуглець також підвищує твердість мартенситу внаслідок того, що його атоми, які знаходяться в решітці α -Fe ускладнюють ковзання дислокації в мартенситі і утворюють нові дислокації, закріплюючи їх, при цьому з твердого розчину виділяються дисперсні прошарки карбідів.

При зменшенні кількості вуглецю і збільшенні температури загартування показники стану мікроструктури швидкоріжучої сталі погіршуються (рисунки 2, б). Наявність великих зерен більшої твердості, оточених прошарками карбідної фази з наявністю окремих великих включень є першою ознакою підвищеної схильності до крихких руйнувань під час експлуатації.

Змінення в мікроструктурі підтверджуються вимірюваннями якісних і кількісних показників її окремих елементів. Вимірювання твердості сталей після

загартування показало, що вона може коливатись у межах 4–5 НКС з максимальними значеннями при температурі 1250°C для сталі Р6М5 та 1280°C для сталі Р12Ф3. При вимірюванні термо-електрорушійної сили була отримана більш складна картина розподілу мікротвердості та термо-е.р.с., що свідчить про неоднородність структурних складових і їх розташування по поверхні металу, який досліджувався. Так коливання термо-е.р.с. по окремих ділянках для сталі Р6М5 сягає 80–85%, а для сталі Р12Ф3 — 20–28%, що свідчить про більш рівномірну структуру останньої марки сталі.

Відомо [2], що мартенситні кристали в швидкоріжучих сталях характеризуються наявністю щільної дислокаційної сітки, яка утворюється кількома елементами паралельних дислокацій на всіх мартенситних кристалах.

Якісну характеристику впливу температури загартування дають вимірювання внутрішнього тертя (рисунок 3) [3].

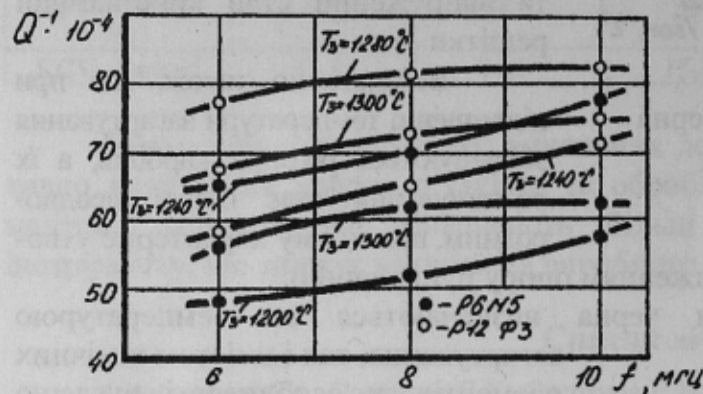


Рисунок 3 - Залежність внутрішнього тертя швидкоріжучих сталей від частоти і температури загартування

Встановлено, що величина питомої поверхні внутрішніх границь у швидкоріжучих сталях вища, ніж у інших металів такого типу, тому зерногранична релаксація слабша і не є визначальною. З підвищенням температури загартування інтенсивність мартенситних перетворень зростає, що приводить до відповідного зростання внутрішнього тертя. Це зростання також викликається змінням легуваності твердого розчину та збільшенням сил міжатомної взаємодії. З зростанням температури

і відповідним зростанням величини зерна, разом з карбідами знижується щільність дислокацій і зменшується розсіювання ультразвукових коливань на дефектах кристалічної решітки.

Одночасно це позначається на частотній залежності внутрішнього тертя при різних температурах. Встановлено, що навіть при незначному змінні частотного діапазону чутливість внутрішнього тертя до зростання ступіню спогвореності кристалічної решітки зберігається.

Зростання внутрішнього тертя з зростанням частоти і температури свідчить про те, що при цьому у розсіюванні ультразвукових коливань приймає участь все більша кількість структурних спотворень, а їх розташування по об'єму металу стає більш щільним.

За даними рентгеноструктурного аналізу збільшення температури загартування приводить до подрібнення блоків мозаїки, що викликає зростання напружень другого роду і щільності дислокацій. Це спричинює зростання повноти мартенситних перетворень і приводить до зростання статичних спотворень кристалічної решітки зі змінням тетрагональності мартенситу. З подальшим зростанням температури блоки мозаїки зростають, а напруження в об'ємі зерна зменшуються, що пояснюється їх врівноваженням (таблиця 1).

Таблиця 1 - Змінення параметрів напруженого стану швидкоріжучих сталей від температури загартування

Марка сталі	Температура загартування, °С	$\lambda \cdot 10^{-10}$ см ⁻²	$U_{ст}^2 \cdot 10^{-8}$ см ⁻²	$\sigma_0 \cdot 10^{-4}$ МПа
Р6М5	1200	17,9	0,050	1,29
	1240	18,8	0,071	1,84
	1280	16,6	0,062	1,56
	1300	14,9	0,059	1,04
Р12Ф3	1200	11,2	0,049	7,10
	1240	11,9	0,053	7,54
	1280	12,6	0,061	8,00
	1300	7,9	0,049	6,18

Для оцінення внеску окремих механізмів структурних перетворень в загальний ефект змінень структурного стану при загартуванні було покладено, що найбільш важливими характеристиками твердого тіла, які визначаються затуханням ультразвукових коливань є [3]: O_1 — розсіяння на дефектах; O_2 — термопружні та теплові ефекти; O_3 — дислокаційне тертя; O_4 — взаємодія з електронами провідності; O_5 — взаємодія з ядерними спінами; O_6 — взаємодія з електричними спінами парамагнітних центрів.

Використовуючі залежності, наведені в [3] було визначено, що внесок окремих механізмів має наступні значення (таблиця 2).

Таблиця 2 - Вплив температури загартування на внески окремих механізмів в величину внутрішнього тертя швидкоріжучих сталей

Марка сталі	Температура загартування, °С	$Q^{-1} \cdot 10^4$					
		Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
Р6М5	1240–1300	5,98–7,13	3,00–1,96	4,01–3,08	7,85–6,35	4,32–5,99	72,27–63,15
Р12Ф3	1280–1300	7,01–5,21	2,22–2,01	3,99–4,11	5,97–5,00	4,36–5,54	81,16–72,14

Як видно з отриманих даних основний внесок в величину внутрішнього тертя вносить затухання на дислокаціях.

Таким чином температура загартування є визначальним фактором формування структури інструментальних швидкоріжучих сталей.

Список літератури

1. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. — М.: Машиностроение, 1966. — 260с.
2. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. — М.: Металлургия, 1969. — 330с.
3. Физическая акустика (в 4-х т.). — М.: Мир, 1970. Т.4 — 440 с.

© Коровайченко В.В., 1999.