

Винахід стосується галузі металооброблення і може бути використаним при термічному обробленні пресового та штампового інструменту для гарячих робіт.

Аналогом є відомий спосіб термічного оброблення теплостійкого інструменту з серійних штампових сталей мартенситного класу та дисперсійне твердіючих аустенітних сплавів, який складається із гартування та відпускання (старіння) (Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М., «Металлургия», 1980. -244с.). До недоліків відноситься недостатній рівень комплексу механічних властивостей для запобігання пластичної деформації та утворення тріщин в робочій частині інструменту.

Прототипом є термічне оброблення інструменту з аустенітних сплавів з інтерметалідним зміцненням (Левитин В.В., Грабовский В.Я., Элов Г.А. и др.) О возможности применения аустенитных сплавов для изготовления матриц горячего деформирования. В сб. «Инструментальные и подшипниковые сплавы», №3. М., «Металлургия», 1976, с.28-33), що передбачає гартування (оброблення на твердий розчин) від температур 1100-1250°C та наступне разове старіння при температурі 750-800°C, що відповідає найбільшому ступеню дисперсійного твердіння сплавів. Недоліком вказаного способу є те, що в разі досягнення високої твердості, необхідної для забезпечення працездатності інструменту, сплав має недостатню пластичність та, як наслідок, низьку тріщиностійкість в умовах циклічної температурно-силової дії під час експлуатації. Внаслідок цього на інструменті утворюються великі тріщини, що стає причиною швидкого виходу його з ладу.

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб оброблення інструменту з аустенітних сплавів, що зміцнюються інтерметалідами типу $Ni_3(Al, Ti)$, для збільшення його експлуатаційної стійкості шляхом підвищення ударної в'язкості при збереженні високої твердості.

Загальними з прототипом ознаками є:

- гартування аустенітних сплавів з інтерметалідним зміцненням від температур 1100-1250°C.

Відмінними від прототипу ознаками є:

- проводять не одно-, а двоступеневе старіння інструменту, перший ступінь якого на 50-100°C нижче температури другого (кінцевого) ступеня старіння на максимальну твердість, що дозволяє підвищити стійкість інструменту в процесі експлуатації.

Суттєвими ознаками винаходу є:

- гартування в олії після витримки 2 години при температурі 1150°C;
- попереднє старіння протягом 10 годин при температурах 650-700°C;
- кінцеве старіння протягом 6 годин при температурах 750-780°C.

Позитивний вплив на механічні властивості двоступеневого старіння забезпечується більш сприятливим

виділенням частинок зміцнюючої γ' - фази. Старіння на першому ступені, яке здійснюється при зниженій температурі, а, отже, при більшому пересиченні твердого розчину, дозволяє підвищити густину виділень частинок зміцнюючої фази. Під час відновлення, яке характерне для початкової стадії другого ступеню старіння, відбувається розчинення частинок розміром меншим за критичний та ріст частинок більшого розміру. В результаті формується структура, для якої характерні більша кількість частинок зміцнюючої фази в одиниці об'єму та менший розкид їх за розмірами. Це забезпечує більш однорідний розподіл пластичної деформації в об'ємі сплаву та, як наслідок, кращі характеристики пластичності (ударної в'язкості) при збереженні твердості та міцності на тому ж або більш високому рівні. В підсумку зростають розпалостійкість та працездатність пресового і штампового інструменту, виготовленого з такого сплаву.

Пропонований спосіб випробовувано при термічній обробці інструменту з аустенітного дисперсійне твердіючого сплаву на залізонікелевій основі ХН35ВТЮ (ЭК39), який зміцнюється інтерметалідними частинками γ' - фази типу $Ni_3(Al, Ti)$. Для досліджень та промислових випробувань використовували ковані прутки сплаву діаметром 95-150мм виробництва заводу "Электросталь". Витоплення здійснювали у відкритій дуговій печі з розливанням до злитків вагою 0,7т. Вивчена плавка мала такий хімічний склад і мас. частка, %):

| | |
|-----------------------|--------|
| вуглець | 0,04 |
| хром | 12,5 |
| нікель | 34,3 |
| титан | 2,2 |
| алюміній | 1,4 |
| вольфрам | 6,3 |
| кремній | 0,33 |
| марганець | 0,11 |
| бор за розрахунком | 0,006 |
| магній за розрахунком | 0,04 |
| залізо | решта. |

Термічне оброблення сплаву складалось з гартування та наступного старіння. Гартування здійснювали за режимом: 1150°C, витримка 2 години, охолодження в олії. Після гартування для порівняння випробовували два різних способи старіння: одинарний та двоступеневий режими. Одинарне старіння здійснювали за режимом, що забезпечує сплаву максимальний ступінь дисперсійного твердіння: 780°C, 10 годин (твердість 29 HRC). Обираючи режим двоступеневого старіння, виходили з того, що температура першого ступеню має бути на 50-100°C нижчою за температуру другого, яка, в свою чергу, має бути близькою до температури максимального твердіння сплаву при одинарному старінні.

В таблиці наведені механічні властивості сплаву ЭК39 після гартування (1150°C, витримка 2 години, охолодження в олії) та старіння за одинарним та кількома ступеневими режимами.

З наведених у таблиці даних випливає, що використання замість одинарного (режим 1) двоступеневого старіння з попереднім старінням при температурах на 50-100°C нижче кінцевого (режими 2-4) дозволяє в 1,7-2,1 рази підвищити ударну в'язкість сплаву при температурі випробувань 750°C.

Таблица

після гартування і одинарного та ступеневого старіння

| № п/п | Режим старіння | 20°C | | 750°C | |
|-------|--------------------------------|------|------------------|------------------|-------------------------|
| | | HRC | σ_B , МПа | σ_B , МПа | KCU, кДж/м ² |
| 1 | 780°C, 10 год. | 29 | 1100 | 750 | 380 |
| 2 | 650°C, 10 год. + 750°C, 6 год. | 30 | 1100 | 750 | 820 |
| 3 | 700°C, 10 год. + 750°C, 6 год. | 31 | 1140 | 780 | 810 |
| 4 | 700°C, 10 год. + 780°C, 6 год. | 31 | 1160 | 760 | 640 |
| 5 | 625°C, 10 год. + 750°C, 6 год. | 28 | 1050 | 720 | 810 |
| 6 | 725°C, 10 год. + 750°C, 6 год. | 30 | 1090 | 740 | 460 |

(що відповідає, наприклад, температурі нагрівання під час експлуатації інструменту при гарячому пресуванні мідних сплавів), без зниження твердості та границі міцності при кімнатній та підвищених температурах. Якщо різниця в температурах попереднього та кінцевого старіння складає більше 100°C (режим 5), міцність сплаву виявляється нижчою за ту, що досягається в разі одинарного старіння. Вказане зменшення міцності пояснюється тим, що у цьому випадку на першому ступені старіння менша кількість частинок зміцнюючої фази досягає стабільного стану, внаслідок чого на другому ступені відбувається розчинення таких частинок. В разі відмінності між температурами попереднього та кінцевого старіння менше за 50°C (режим 6) позитивний вплив двоступеневого старіння не виявляється внаслідок малої кількості частинок зміцнюючої фази, що зародились на першому ступені старіння.

Наведена в таблиці тривалість витримки на другому ступені старіння (6 годин) є оптимальною. Менша витримка не дозволяє отримати достатній рівень твердості і міцності сплаву, а збільшення витримки негативно впливає на ударну в'язкість, практично не змінюючи твердість.

Промисловими випробуваннями встановлено, що в разі пресування прутків з латуні стійкість матриць зі сплаву ЕК39, термооброблених за ступеневим режимом, в 2 рази вище, ніж в разі старіння за одинарним режимом.

Позитивний вплив ступеневого старіння на стійкість інструменту забезпечується дворазовим підвищенням ударної в'язкості, а, отже, і розпалостійкості сплаву без зниження його міцності та твердості.

Отже, використання двоступеневого старіння при термічному обробленні інструменту з аустенітних сплавів з інтерметалідним зміцненням дозволяє в 2 рази зменшити витрачання вартісних аустенітних сплавів та витрати на виготовлення інструменту.

Джерела інформації

1. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М., «Металлургия», 1980. - 244 с.
2. Левитин В.В., Грабовский В.Я., Эпов Г.А. и др. О возможности применения аустенитных сплавов для изготовления матриц горячего деформирования. В сб. «Инструментальные и подшипниковые сплавы», №3. М., «Металлургия», 1976, с.28-33.