

ВПЛИВ ВІДПУСКУ НА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ВИСОКОХРОМИСТОЇ СТАЛІ ЗАГАРТОВАНОЇ НА МАРТЕНСИТНУ І АУСТЕНІТНУ СТРУКТУРИ

Т.О. Акритова, асп.,

М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доц.,

М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доц.,

О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доц.,

Р.А. Куликовський, канд. техн. наук, доц.,

Національний університет "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя, Україна

Промисловість з виробництва вогнетривких матеріалів є однією із важливих та затребуваних складових металургійної галузі України. Тільки ПАТ "Запоріжвогнетрив" виготовляє більше 1200 основних марок вогнетривких виробів. Формовані вогнетривкі вироби отримують, в основному, методом напівсухого пресування. Ефективність роботи пресового оснащення та якість готової продукції в значній мірі залежить від строку служби і характеру зношування таких деталей, як облицювальні пластини прес-форм. За конструкцією ці деталі дуже різноманітні, а строк їх служби часто не перевищує декількох днів роботи. Це пов'язано з тим, що, по-перше, в процесі роботи облицювальні пластини піддаються інтенсивному абразивному зношуванню. По-друге, значна їх кількість руйнується внаслідок низької експлуатаційної надійності. Особливо це стосується облицювальних пластин, в яких є концентратори напружень, наприклад, пластини із замками (рис. 1). Збільшення терміну експлуатації облицювальних пластин дозволить підвищити продуктивність обладнання та якість готової продукції, тому проблема підвищення зносостійкості та експлуатаційної надійності деталей прес-форм є досить актуальною.

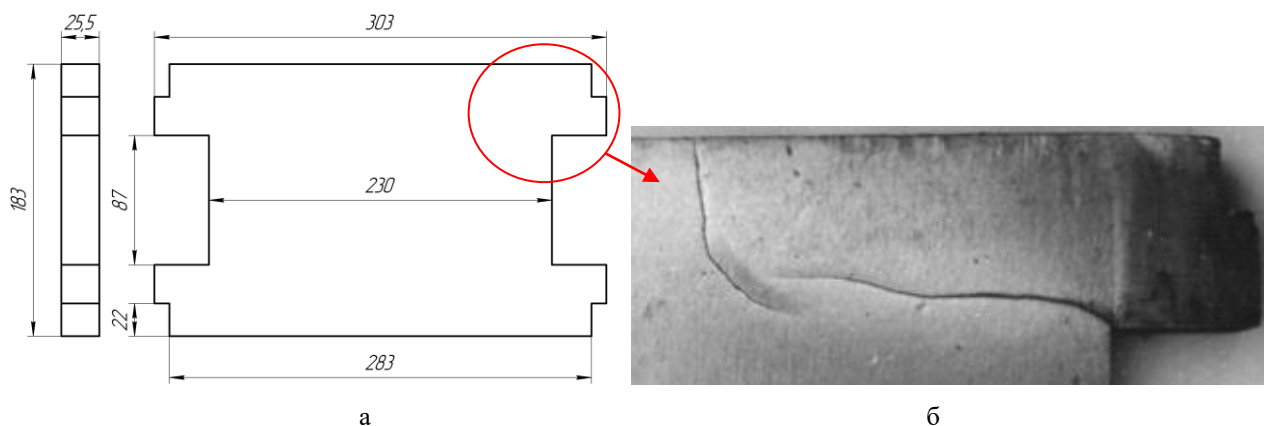


Рисунок 1 – Облицювальна пластина із замками (а) та тріщини, які утворилися в процесі експлуатації (б)

Шляхи вирішення цієї проблеми досить суперечливі. Наприклад, використання в якості матеріалу для облицювальних пластин низьковуглецевих низьколегованих сталей після цементації та гартування забезпечує достатньо високий рівень експлуатаційної надійності, але невисокий рівень зносостійкості. В той же час використання високовуглецевих високолегованих матеріалів, наприклад, високохромистих ледебуритних інструментальних сталей, в тому числі сталі 140X12Ф, забезпечує досить високий опір абразивному зношуванню, але надійність їх в процесі експлуатації все ж недостатня, особливо пластин із замками. Підвищити експлуатаційну надійність деталей можливо за рахунок підвищення ударної в'язкості сталі.

Метою роботи було дослідження впливу відпуску на ударну в'язкість сталей

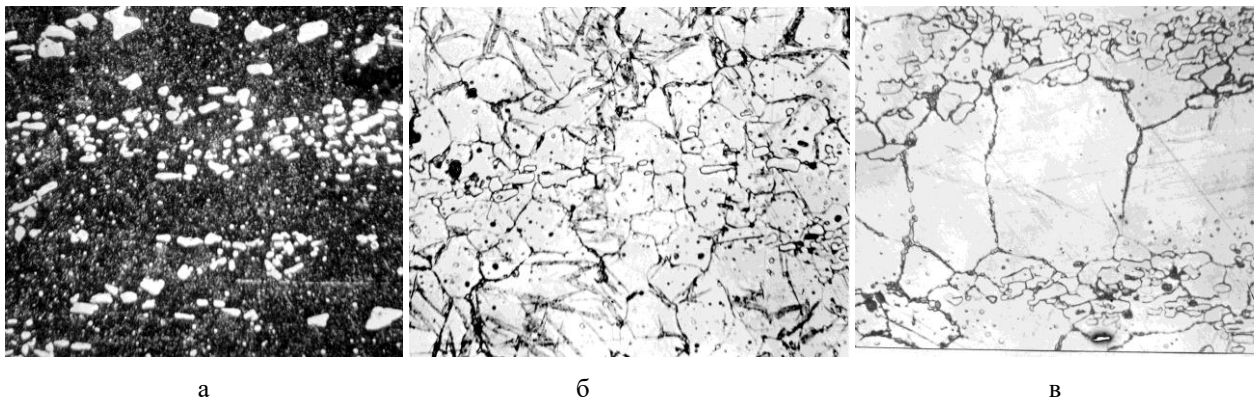
загартованих на мартенсит і структуру з високим вмістом метастабільного аустеніту.

На даний час використовують два основних варіанти гартування сталі 140X12Ф:

а) гартування від температури 1050° С на переважно мартенситну структуру з незначною кількістю аустеніту і 12...13% карбідів (CrFe)₇C₃ (рис. 2 а) [1], твердість сталі становить 58...62 HRC. Така термообробка є найпоширенішою і застосовується, в основному, для деталей вирубних штамів, ножів гільйотинних ножиць та ін. Як правило, для забезпечення надійності в експлуатації після гартування виконується відпуск. Збільшення температури відпуску від 100° С до 600° С забезпечує підвищення ударної в'язкості. Але пластини прес-форм для пресування вогнетривких виробів, які загартовані за цим варіантом, навіть після відпуску володіють низьким опором абразивному зношуванню та недостатньою експлуатаційною надійністю, що приводить до їх руйнування в процесі експлуатації, внаслідок утворення тріщин;

б) гартування від температури 1170° С на структуру, яка в металевій матриці включає 70...75% метастабільного аустеніту, 25...30% мартенситу і 7...8% карбідів (CrFe)₇C₃ (рис. 2 б) [2]. У не відпущеному стані твердість сталі складає 48...52 HRC. Зносостійкість сталі в 2,4...2,7 разів вище у порівнянні зі сталлю, загартованою за першим варіантом, за рахунок високої здатності до самозміцнення поверхні тертя в процесі зношування. Це обумовлено перетворенням метастабільного аустеніту в мартенсит деформації [2]. При цьому експлуатаційна надійність для деталей прес-форм нескладної конфігурації знаходиться на задовільному рівні. Але для облицювальних пластин із замками, в яких є концентратори напружень, надійність при експлуатації все ж недостатня.

Встановлено, що відпуск сталі загартованої за другим варіантом (1170° С) в інтервалі температур від 100° С до 500° С забезпечує підвищення ударної в'язкості, але при цьому за попередніми оцінками зносостійкість зменшується майже в 3 рази. Подальше збільшення температури відпуску (до 600° С) призводить до зниження ударної в'язкості сталі.



а – T_{гар} = 1050° С; б – T_{гар} = 1170° С; в – T_{гар} = 1220° С

Рисунок 2 – Структури сталі 140X12Ф, загартованої від різних температур (T_{гар}) у не відпущеному стані

На даний час недостатньо даних відносно впливу відпуску на ударну в'язкість сталей, в структурі яких велика кількість метастабільного аустеніту. При цьому, також не можна передбачити, як зміниться здатність метастабільного аустеніту до перетворення в мартенсит деформації в процесі зношування після відпуску. Наприклад, відомо, що в умовах абразивного зношування при температурі 200° С зносостійкість в результаті часткової стабілізації аустеніту зменшується в два рази. А при температурі 450° С аустеніт практично повністю втрачає здатність до перетворення в мартенсит деформації [3]. Зрозуміло, що в процесі зношування при підвищених температурах і зношування сталі без та після відпуску від тих же температур, здатність до фазових перетворень буде відрізнятися, але наскільки, прогнозувати практично неможливо.

В результаті подальших досліджень було обрано третій варіант термообробки сталі 140X12Ф: гартування від температури 1200° С на переважно аустенітну структуру (практично 100%) і 3...5% карбідів (CrFe)₇C₃ (рис. 2 в). Твердість сталі в не відпущеному

стані становить 30...32 HRC.

Відпуск при температурах в інтервалі 100...500° С забезпечує підвищення ударної в'язкості. При цьому, за попередніми дослідженнями, зносостійкість в два рази вища, ніж після гартування за другим варіантом і відпуском при таких же температурах. Подальше підвищення температури відпуску до 600° С зумовлює зниження ударної в'язкості. Мабуть, це зв'язано з тим, що утворюється значна кількість мартенситу відпуску, в'язкість якого суттєво нижча, ніж аустеніту.

Таким чином, виходячи з наведених вище результатів досліджень для забезпечення найбільш високого рівня ударної в'язкості при прийнятному рівні зносостійкості термообробку пластин із замками зі сталі 140X12Ф слід проводити при наступних режимах: гартування від температур 1200° С і відпуск при температурах 300...500° С.

Список літератури:

1. Инструментальные стали: справочник. / Гуляев А. П. и др. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.
2. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин: учебное пособие / под ред. В. С. Попова. Запорожье : ОАО "Мотор Сич", 2000. 394 с.
3. Осипов М. Ю. Износостойкость сплавов с нестабильным аустенитом в условиях абразивного изнашивания при повышенных температурах. Строительство, материаловедение, машиностроение. 2014. Вып. 73. С. 137–142.