

Клименко Н.М.

**(Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса)
ВИНИКНЕННЯ ПРИПАЛІВ ПРИ ШЛІФУВАННІ ДЕТАЛЕЙ**

E-mail: naniklimenko@gmail.com

Досвід шліфування деталей, виготовлених із цементованих і загартованих сталей, а також деталей, поверхня яких була піддана поверхневому загартуванню, показує, що досить розповсюдженим видом браку при цій операції є теплові дефекти, викликані високою контактною температурою шліфування – припали й тріщини поверхневого шару.

Ціль дослідження – використовуючи аналітичні й експериментальні можливості, створити модель або математичний опис механізму фазово-структурних перетворень у поверхневому шарі деталі, що шліфується.

1. Проаналізувати фазові й структурні перетворення (ФСП) у поверхневому шарі деталі під дією контактної температури шліфування й причини, що викликають високі значення напружень у поверхневому шарі й причини, які викликають тріщини.

2. Проаналізувати й математично описати механізми утвору (ФСП) у поверхневому шарі деталі.

3. Визначити граничні температури поверхні, які не приводять до ФСП.

Утворення припалів загартування. Найбільш часто теплові шліфувальні дефекти утворюються в цементованих високовуглецевих сталях, що поліпшуються, низько й середньолегованих, зі структурою мартенситу або відпущеного мартенситу [1, 2, 3]. При швидкім нагріванні температурою шліфування поверхні, що шліфується деталі із загартованої сталі вище лінії A_{c1} мартенситна структура поверхневого шару переходить в аустенітну структуру, тобто має місце зворотне мартенситне перетворення. Це перетворення тим більше полегшується, що в результаті більших питомих тисків, надаваних абразивними зернами на поверхню металу, точка A_{c1} знижується в область низьких температур [1].

Після швидкого нагрівання поверхневого шару впливає його швидке охолодження зі швидкостями, що значно перевищують критичні швидкості

загартування. Точка M_K у цих сталей здебільшого перебувають нижче $20\text{ }^\circ\text{C}$, тобто нижче температури, до якої проохолоджується метал при шліфуванні. У результаті цього мартенситні перетворення відбуваються не повністю, внаслідок чого в поверхневому шарі фіксується структура аустеніту вторинного загартування, що одержало назву шліфувального припалу загартування.

Остаточне охолодження аустенітної структури відбувається в інтервалі температур від 100 до $20\text{ }^\circ\text{C}$, тобто процес охолодження закінчується між точками M_H і M_K , таким чином, температурний інтервал до кінця мартенситного перетворення не перекривається, що обумовлює неповноту цього перетворення й фіксацію значної частини аустеніту.

Припал загартування утворюється за схемою перетворення: мартенсит-нагрів-аустеніт-охолодження-фіксація аустеніту. Зона утворення аустеніту (це припали загартування, $T_{пз} = 1160\text{ }^\circ\text{C}$), зона утворення перлітних структур (це припали відпустки, $T_{пв} =$ нижче $727\text{ }^\circ\text{C}$).

Якщо розглядати перетворення мартенситу в аустеніт при шліфуванні загартованої сталі, то тут можна виділити дві принципово різні схеми перетворення:

1. Дифузійне перетворення за схемою мартенсит-перліт-аустеніт.
2. Бездифузійне перетворення за схемою мартенсит-аустеніт.

Кристалічні ґрати мартенситу показані на рис. 1.

Перша схема – дифузійне перетворення припускає вихід вуглецю із кристалічних ґрат у зоні температур відпустки.

При подальшій підвищенні температури відбувається $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення й розчинення вуглецю в γ залізі, тобто утворення аустеніту. Мінімальний час, необхідний для виходу атомів вуглецю з тетрагональних ґрат мартенситу вуглецевої нелегованої сталі становить близько 10^{-6} с [5].

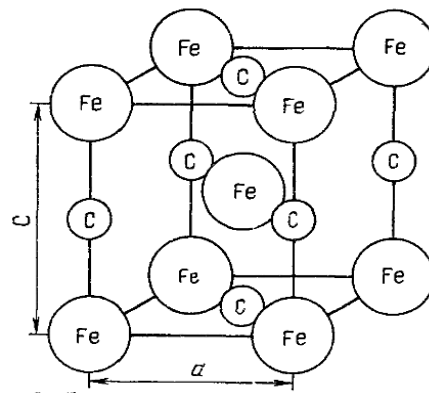


Рис. 1. Об'ємноцентровані тетрагональні ґратки вуглецевого мартенситу. Усі міжвузля по вертикальній осі зайняті атомами вуглецю

Критична середня швидкість нагрівання, при якій ще можливі дифузійні перетворення для евтектоїдних вуглецевих сталей становить $2,2 \cdot 10^6 \text{ }^\circ\text{C/s}$ [1]. Для доевтектоїдних сталей вона трохи нижче, а для заевтектоїдних трохи вище.

Отримано наступні теоретико-експериментальні залежності, для температури утворення аустеніту за дифузійною схемою:

$$T_{A1\text{швид}} = T_{A1} \cdot \nu_u^{0.1}, \quad (1)$$

де $A_{1\text{швид}}$ – температура точки A_1 при швидкісним нагріванні, A_1 – температура точки A_1 при стаціонарним нагріванні відповідно до діаграми стану Fe – Fe₃C, ν_u – швидкість переміщення теплового джерела по поверхні деталі.

Бездифузійна схема зворотного мартенситного перетворення припускає тільки зрушення кристалічних ґрат. Час цього зрушення оцінюється в роботі [4] як 10^{-11} с. Отже, припали загартування за цією схемою можливі навіть при мінімальному часі теплового впливу на метал окремих абразивних зерен.

Для температури утворення аустеніту за бездифузійною схемою, можна використовувати вираз [1]:

$$T_{A1\text{швид}} = 20 \cdot \nu_n^{0.025} + T_{A1}, \quad (2)$$

Утворення припалів відпуску. Утворення припалів відпуску відбувається під час третього перетворення відпустки, коли вуглець виходить із ґрат мартенситу повністю. З однієї сторони утворюється чистий ферит, а з іншого одночасно протікає реакція вуглецю, що виділився з феритом, у результаті чого виходить цементит. У результаті утворюється ферито-цементитна суміш, яка називається перліт.

Процес утворення перліту з мартенситу можна розглядати як процес зародження перлітних центрів з наступним їхнім ростом.

Вирішуючи диференціальне рівняння дифузії [1], можна визначити температури утворення припалів відпустки залежно від конкретних умов шліфування (рис. 2).

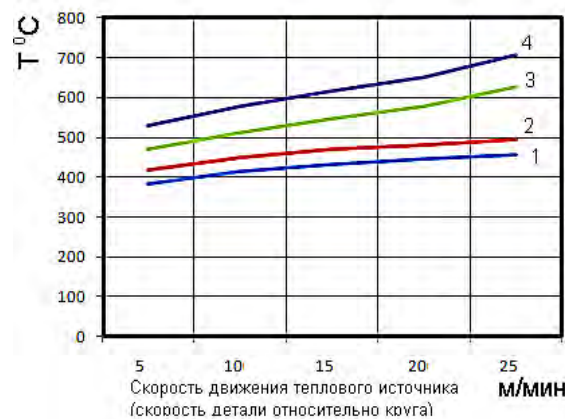


Рис. 2. Залежності температури утворення перліту (температура утворення припалів відпустки) від швидкості руху теплового джерела й хімічного складу сталі, що шліфується: 1 – сталь 45; 2 – В8; 3 – 12Х2Н4А (цементация + загартування); 4 – 9ХС

Висновки:

1. При швидкому нагріванні температурою шліфування поверхні деталі із загартованої сталі вище лінії A_{c1} , мартенситна структура поверхневого шару переходить в аустенітну. Після швидкого нагрівання поверхневого шару впливає його швидке охолодження зі швидкостями, що значно перевищують критичні швидкості загартування, однак мартенситні перетворення відбуваються не повністю, оскільки точки M_k у цих сталей здебільшого перебувають нижче

20 °С, тобто нижче температури, до якої проохолоджується метал при шліфуванні. Внаслідок цього інтервал мартенситного перетворення не перекривається й у поверхневому шарі фіксується структура аустеніту вторинного загартування, що одержало назву шліфувального припалу загартування.

2. Утворення припалів відпустки відбувається під час третього перетворення відпустки, коли вуглець виходить із ґрат мартенситу повністю. При шліфуванні заевтектоїдних сталей температура третього перетворення вище, чим при шліфуванні доевтектоїдних сталей, особливо якщо ці сталі леговані карбідоутворюючими елементами.

Література:

1. Аль-Аджейлат С.А. Формирование прижогов отпуска при шлифовании направляющих тяжелых прессов кругами из КНБ / С.А. Аль-Аджейлат, В.Г. Лебедев // Одесса, Науково-виробничий журнал. 2007. № 4. – С. 128–150.
2. Лободюк В.А. Мартенситные превращения [Текст] / Лободюк В.А. Эстрин Э.И. – М.: Физмалит. 2009. – С. 352.
3. Биронт В.С. Теория термической обработки [Текст] / Биронт В.С – / СФУ: ИЦМиЗ. – Красноярск, – 2007 – С. 234.
4. Крайнов А.Ю. Основы теплопередачи. Теплопередача через слой вещества: учеб. пособие [Текст] / Крайнов А.Ю. – Томск: SST – 2016 – С. 48.
5. Гуляев А.П. Металловедение, Альянс, 2011, Москва (2011).

Клименко С.І., Дорошенко В.С.

(ФТИМС НАН України, м. Київ)

БЛОК-СХЕМА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ ТА ПАРАМЕТРІВ УПРАВЛІННЯ ЇХ ЯКІСТЮ ПРИ ЛИТТІ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ

E-mail: doro55v@gmail.com

З метою створення багаторівневої системи комплексного контролю та оперативного управління фізико-хімічними та технологічними ливарними процесами в роботі [1] визначено детермінований зв'язок між технологічними об'єктами для процесу лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ).