

НЕРІВНОВАЖНІ ФАЗОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

Дослідження процесу перекристалізації в нерівноважних умовах лазерної обробки є важливим і актуальним не лише в науковому, але і в практичному аспекті, оскільки механічні та трибологічні властивості сталей безпосередньо залежать від розмірів зерна. Швидке лазерне нагрівання пригнічує дифузійні процеси в сталях і стимулює механізм утворення зсуву γ -фази. Тому ефекти структурної спадковості в умовах лазерного нагрівання можуть проявлятися особливо яскраво.

Дослідження останніх років, показують, що перліт, отриманий при найбільш низьких температурах, є нерівноважною структурою. При його короткочасному докритичному відпалі інтенсивно протікають перетворення, не пов'язані з процесами сфероїдизації і коагуляції цементиту, але наявні істотні зміни міцнісних властивостей.

Зазначимо, що тонкопластинчатий перліт, утворений при прискореному охолодженні є наноструктурою, оскільки міжпластинокова відстань в перлітових колоніях складає порядку 80...60 нм, а товщина цементитної пластини 7...8 нм. Можливе розчинення цементита при деформації перліту, отриманого в нерівноважних умовах і порівняння його поведінки з перлітом, отриманим в рівноважних умовах являє науковий і практичний інтерес.

Показано, що в загартованій і у високовідпущеній сталі аустеніт утворюється по «механізму відновлення», але у разі нагрівання високовідпущеної сталі формується дрібне зерно - результат двохстадійної схеми перекристалізації, що включає фазове перетворення і рекристалізацію, що пройшла в інтервалі перетворення.

Після лазерного загартування середньолеговані конструкційні сталі набувають підвищену твердість в порівнянні з твердістю після звичайного загартування. Це пов'язано з дрібнокристалічним станом мартенситу, збільшенням щільності дефектів, отриманням структури з укріпленими карбідами, обмеженням самоотпуску мартенситу при надшвидкому охолодженні. Показано, що за структурою мартенсит лазерного загартування не відрізняється від того, що утворюється при звичайному загартуванні. Експериментально показано, що головною причиною підвищення твердості при лазерному загартуванні є різке обмеження самовідпускання мартенситу.

Розглянуто механізм утворення аустеніту при надшвидкому лазерному нагріванні в сталі з початковою перлітовою структурою. Встановлена можливість бездифузійного зсуву мартенсито-подібного

механізму утворення аустеніту при нагріванні. При цьому аустеніт утворюється в межах окремої феритної пластини, розчинення цементитних пластин, розташованих поряд з утвореним аустенітом, не відбувається. Це свідчить про те, що аустеніт утворюється бездифузійно.

Виявлено, що при надшвидкому лазерному нагріванні сталей різко обмежені дифузійні процеси між фазами, що мають різний хімічний склад. Внаслідок цього в зоні лазерного загартовування заздалегідь відпалених сталей, можлива поява поблизу великих карбідів структури, характерної для чавуну.

Встановлено, що при лазерній обробці сталей в початковому загартованому стані різко проявляється структурна спадковість. Показано, що перекристалізація загартованої, загартованою і відпущеною, а також загартованої і деформованої сталі при лазерному нагріванні складається з двох етапів: впорядкованої перебудови ґратки, що призводить до відновлення зерна, і подальшої рекристалізації аустеніту, обумовленої внутрішнім (фазовим) наклепуванням, що іноді поєднується із зовнішнім наклепуванням. При надшвидкому лазерному нагріві рекристалізація, обумовлена фазовим наклепуванням, може бути повністю пригнічена.

Встановлено, що попереднє відпускання і пластична деформація загартованої сталі сприяє розвитку рекристалізації аустеніту при подальшому лазерному нагріванні. З підвищенням температури відпускання початок рекристалізації аустеніту поступово знижується до інтервалу $\alpha \rightarrow \gamma$ - перетворення. З підвищенням міри пластичної деформації температура початку рекристалізації аустеніту знижується до інтервалу $\alpha \rightarrow \gamma$ - перетворення; рекристалізоване зерно різко подрібнюється.

Виявлено, що при надшвидкому лазерному нагріванні зародки аустеніту мають вигляд пластинчатих кристалів, що виникають на межах рейок α - фази, а не на міжфазних межах ферит/цементит. Вони орієнтаційно пов'язані з сусідніми мартенситними кристалами і мають єдину орієнтацію в межах первинного зерна аустеніту, що пояснює відновлення зерна аустеніту при подальшому зростанні зародків.

У сталях з перлітовою структурою при надшвидкісному лазерному нагріванні зародження аустеніту може відбуватися мартенситоподібним зсувним бездифузійним механізмом з дотриманням орієнтаційних співвідношень між початковим феритом (ферритної складової перліту) і утвореного аустеніту.

Експериментальні дослідження показали, що розглянуті нерівноважні фазові перетворення в сталевих матеріалах трибоелементів істотно знижують рівень інтенсивності зношування і коефіцієнт тертя, оскільки в зонах тертя і лазерної обробки створюють умови для реалізації процесів і станів сомоорганізації.

Аулін В.В., (к.ф.-м.н., професор Кіровоградського національного технічного університету (КНТУ)), **Кузик О.В.**, (к.т.н., ст. викл КНТУ), **Нерівноважні фазові перетворення матеріалів в умовах лазерної обробки та їх вплив на триботехнічні характеристики**