

Микротвердость в зоне закалки из твердой фазы ввиду значительной неоднородности формирования структуры обладает значительным изменением от 3000 до 8000 МПа. Таким образом, при анализе структуры зон упрочнения высокопрочного чугуна наиболее четко можно выделить зону оплавления и зону закалки металла из твердой фазы и достаточно размытую по своей структуре переходную область, находящуюся на границе с исходным металлом.

Наибольший практический интерес представляют измерения микротвердости и глубины зон упрочнения на режимах, близких к оптимальным. Так, на образцах, полученных на режимах, близких к оптимальным, при скорости пятна в интервале от 450 мм/мин до 250 мм/мин и диаметре пятна $d \approx 3$ мм при средней мощности лазера $P = 1 - 1,1$ кВт глубина зон упрочнения составляет от 0,8 до 1,2 мм. Зона закалки из твердой фазы значительно меньше и не превышает 0,3 – 0,5 мм.

УДК 621.793.7

**ПРОЦЕССЫ ЗАКАЛКИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНОГО НАГРЕВА
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К БАРАБАНУ ДИСКА СЦЕПЛЕНИЯ
ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»**

Н. В. Спиридонов, А. В. Бабук, И. О. Соколов, Л. И. Пилецкая
Белорусский национальный технический университет, Минск

Лазерная закалка является высокоэффективным современным методом термической обработки материалов.

Одной из проблем при разработке и реализации методов и режимов лазерного термоупрочнения является задача повышения износостойкости деталей машин на труднодоступных поверхностях. Такой задачей является лазерное упрочнение барабана узла сцепления трактора «Беларус».

Разработка технологии лазерного упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей барабана узла сцепления, подвергающегося интенсивному изнашиванию, позволит увеличить его ресурс в 1,5 – 2 раза. Достигается это за счет формирования в металле мартенситных структур, обладающих высокой прочностью и износостойкостью.

Лазерная закалка железоуглеродистых сплавов начинается с нагрева в область температур устойчивого аустенита. Конечные свойства закален-

ной зоны зависят от скорости и температуры нагрева, времени выдержки в нагретом состоянии, закона охлаждения, а также от исходной структуры, т.е. от предварительной термообработки и механообработки.

В результате лазерной обработки в сталях формируется структура, состав которой зависит от степени завершенности процесса аустенизации при нагреве. При достаточно высокой температуре и относительно большом времени воздействия возможно формирование однородного аустенита, а при увеличении скорости нагрева наблюдается уменьшение его зерна до $8 - 60 \text{ мкм}^2$ (площадь исходного зерна составляет $250 - 1000 \text{ мкм}^2$), что ведет к увеличению прочности и уменьшению внутренних напряжений в обрабатываемом материале.

Однако при увеличении скорости нагрева до начала превращения феррита в аустенит процессы рекристаллизации и полигонизации не успевают произойти. Вследствие этого форма и размеры зерна не восстанавливаются, общая ориентировка ферритных зерен сохраняется. При этом образуются мелкие зерна аустенита, которые сохраняют общую ориентировку в пределах бывшего зерна аустенита. Таким образом, граница между зернами аустенита проявляется слабо, и, следовательно, лазерный нагрев фактически не приводит к измельчению зерна аустенита.

При лазерном нагреве рост аустенитного зерна не происходит, т.к. этому мешают карбиды, которые не растворяются при лазерной обработке вплоть до высоких температур.

Лазерная обработка отличается малым временем термического воздействия, вследствие чего перемещение границ зерен на большое расстояние и их укрупнение произойти не успевают.

Однако, т.к. процесс лазерной обработки в целях обеспечения достаточной глубины слоя производят с нагревом до максимально возможной температуры, получить сверхмелкое зерно не удастся.

В поперечном сечении образца, упрочненного лазерным излучением, можно выделить три основные зоны, имеющие свою микротвердость (рис. 1).

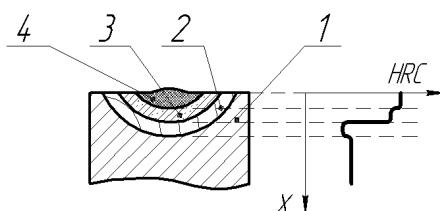


Рис. 1. Схема поперечного сечения зоны лазерной обработки с распределением микротвердости по глубине зоны обработки: 1 – исходный материал; 2 – переходная зона; 3 – зона закалки из твердого состояния; 4 – зона закалки из жидкого состояния

Сущность закалки состоит в бездиффузионном превращении и быстром охлаждении гранцентрированной кубической решетки аустенита в искаженную объемно-центрированную кубическую решетку мартенсита. Характерными особенностями мартенсита является его высокая твердость и прочность. Мартенсит подразумевает наличие большого количества растягивающих и сжимающих внутренних напряжений. Растягивающие напряжения сводятся к минимуму за счет оптимальных режимов резания.

При лазерной закалке на поверхности появляются микроуглубления вследствие испарения обрабатываемого материала, в которых удерживается смазка. Это приводит к повышению износостойкости в 7 – 10 раз и уменьшению времени приработки пар трения в 9 – 11 раз.

При увеличении скорости обработки происходит оплавление поверхности, что приводит к снижению шероховатости и увеличению износостойкости еще в 1,5 раза.

УДК 621.785

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 20X13

В. В. Ивашко, С. И. Синцов

Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск

Сталь 20X13 относится к коррозионно-стойким сталям мартенситного класса. Легирование хромом в пределах 12 – 13 % резко повышает устойчивость против коррозии, поскольку сталь приобретает свойства хрома и на ее поверхности образуется тончайшая защитная пленка окислов, предохраняющая от дальнейшего окисления, повышает стойкость против воздействия воздуха и многих органических кислот и вместе с тем неустойчивая в соляной и серной кислоте. После закалки сталь подвергают низкому (до 400 °С) или высокому (700 – 800 °С) отпуску. Проводить отпуск в интервале температур 400 – 600 °С не рекомендуется из-за резкого снижения ударной вязкости. Причиной снижения вязкости и коррозионной стойкости является обеднение границ зерен хромом вследствие интенсивного выделения карбидов $Me_{23}C_6$ по границам зерен. Углерод связывает хром из приграничных зон, поскольку диффузионная подвижность хрома