

ЛИТЕРАТУРА

1. Мрочек, Ж.А. Повышение износостойкости быстроизнашивающихся деталей сельскохозяйственной техники с использованием электромагнитной наплавки / Ж.А. Мрочек, А.В. Миранович // Машиностроение : Респ. межведомств. сб. науч. тр. Вып. 30 / Под ред. В.К. Шелега. – Минск : БНТУ, 2017. – С. 142–144.
2. Теория и практика нанесения защитных покрытий./ П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Минск : Беларуская навука, 1998. – 583 с.
3. Остаточные напряжения / Ж.А. Мрочек, С.С. Макаревич, Л.М. Кожуро и др. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 352 с.
4. Барвинок, В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий. – М. : Машиностроение, 1990. – 384 с.
5. Ящерицын, П.И. Остаточные напряжения при электромагнитной наплавке / С.С. Макаревич, А.П. Ракомсин, Л.М. Кожуро // Весці НАН Беларусі. Сер.физ.-техн.навук. – 2000. – №2. – С.62-65.
6. Биргер, И.А. Остаточные напряжения / И.А. Биргер. – М. : Машгиз, 1963. – 240 с.
7. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ машиностроительных материалов : Справочник. – М. : Машиностроение, 1979. – 134 с.
8. Комяк Н.И. Рентгеновские методы и аппаратура для определения напряжений / Н.И. Комяк, Ю.Т. Мясников – Л. : Машиностроение, 1972. – 88 с.

УДК 621.789-977

Сакович Н. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЯ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований влияния поверхностной высокотемпературной термомеханической обработки (ПВ ТМО) на микроструктуру металлопокрытий. Показано, что при ПВ ТМО металлопокрытий износ уменьшается по сравнению с закалкой в 2 раза.

Повышение прочности металлопокрытий при поверхностной высокотемпературной обработке (ПВ ТМО) определяется структурными изменениями, происходящими во время осуществления самой операции упрочнения и их стабильностью при последующих операциях термо- и механообработке. При осуществлении ПВ ТМО путем обкатки цилиндрической поверхности продольно перемещающимися роликами [1] было изучено влияния процесса на микро- и субмикроструктуру металлопокрытия следующего химического состава: $C-0,51\%$, $C_2-2\%$, $Mn-0,91\%$, $Si-0,46\%$.

Установлено, что мартенситная структура металлопокрытия в результате ПВ ТМО несколько измельчена по сравнению с высокочастотной закалкой. Однако трудно установить количественную закономерность в изменении микроструктуры в зависимости от режимов ПВ ТМО. Аналогичная картина была зафиксирована при определении твердости и микротвердости, которые после ПВ ТМО несколько увеличиваются. Указанные параметры в условиях термомеханической обработки, по-видимому, не являют-

ся решающими для характеристики состояния материала. Определяющим для понимания природы упрочнения в результате ПВ ТМО является факт наклепа аустенита [2] в результате пластической деформации, изменение формы и размеров зерен аустенита, преобразование структуры, наследственная передача дислокационной структуры деформированного аустенита образующемуся при закалке мартенситу. После ПВ ТМО наблюдается значительное измельчение аустенитных зерен и искажение их границ. Эти изменения происходят в результате смещения частей аустенитных зерен при пластической деформации по плоскостям скольжения, а также в результате диффузионных процессов.

На рис.1 приведена фотография микроструктуры аустенитного зерна металлопокрытия, подвергнутого поверхностной обкатке в трехроликовом приспособлении и обычной закалке. Ввиду многократной пластической деформации, характерной для этого случая, вытянутости зерен на наблюдается. Границы зерен аустенита металлопокрытия выявляли травлением в насыщенном водном растворе пикриновой кислоты с добавкой 1...3% поверхностно-активного вещества (алкилсульфоната натрия). Кроме дробления зерен в результате ПВ ТМО, происходят и изменения в тонкой структуре металлопокрытия.

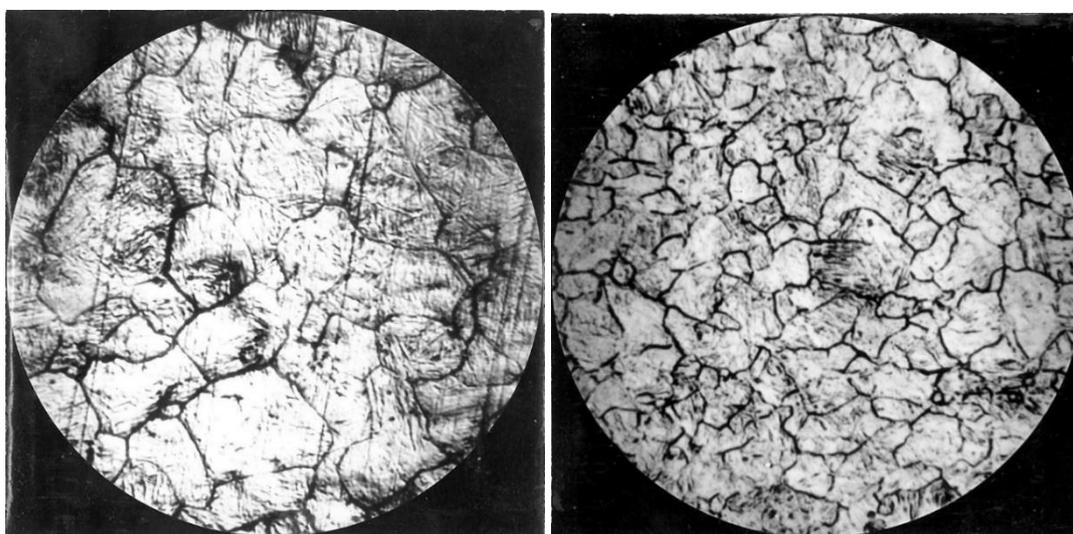


Рис. 1. Фотографии микроструктуры аустенитного зерна металлопокрытия:
a – наплавка + закалка; *б* – наплавка + ПВ ТМО

Измельчение тонкого строения металлопокрытия оценивали по данным рентгеноструктурного анализа. Как показали рентгенографические исследования, ПВ ТМО приводит к увеличению ширины линии (110) α с 3,0 мм после закалки ТВЧ до 3,21 мм и линии (220) α с 5,35 мм до 6,3 мм. Уширение первой из них характеризует измельчение блоков мозаики, второй - увеличение напряжений второго рода. Оба фактора оказывают существенное влияние на увеличение механических и эксплуатационных свойств металлопокрытий. Исследование структуры металлопокрытия в электронном микроскопе позволило установить, что в результате ПВ ТМО степень дисперсности структуры, а также форма и количество включений существенно меняются.

После обычной закалки с нагревом ТВЧ количество включений незначительно и они имеют вытянутую форму. Такие включения обычно рассматриваются как карбиды.

С увеличением усилия обкатывания количество карбидных частиц возрастает, изменяется также их форма. При оптимальных усилиях обкатки (2500...3500Н) карбиды приобретают округлую или многогранную форму. В этом интервале усилий наблюдается наибольшее увеличение износостойкости металлопокрытия [1]. Выделение карбидов является одним из основных упрочняющих факторов при ПВ ТМО. Образование в

структуре металлопокрытия в процессе ПВ ТМО большого количества дисперсных включений служит препятствием движению дислокаций, в результате чего прочность и эксплуатационные характеристики металлопокрытий повышаются. Кроме того, карбидные включения затрудняют разупрочнение при последующей термической обработке, что является одной из причин существования эффекта «обратимости» ПВ ТМО.

При испытании на износостойкость наилучшие результаты получены именно в случае выпадения наиболее дисперсных карбидных частиц сфероидальной формы.

ПВ ТМО повышает износостойкость сталей и сплавов в условиях трения со смазкой [2,1], в коррозионно-абразивной среде [3] и др. износостойкость повышается в результате изменения прочности, пластичности и возникновения остаточных напряжений сжатия в поверхностных слоях.

Исследования по определению интенсивности изнашивания производилось по схеме «вкладыш-диск» на модернизированной машине трения СМТ-1. Образцы-диски, упрочненные ПВ ТМО, шлифовались в размер $50 \pm 0,01$ мм. Шероховатость рабочей поверхности составляла $Ra=0,16 \dots 0,32$ мкм. При установке диска на машине трения биение не превышало 0,05 мм. В качестве вкладыша использовался высокопрочный чугун ВЧ-100-4 с твердостью НВ 302...363. Внутренний диаметр вкладыша шлифовался в размер $\varnothing 50 \pm 0,01$ при шероховатости поверхности $Ra=0,16 \dots 0,32$ мкм. Для исследования применялись диски и вкладыши шириной 15 мм и 5 мм соответственно. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости использовалось масло МГ-10 с добавкой 1% микронного кварцевого порошка. При выборе оценки интенсивности изнашивания упрочненных образцов и эталона учитывалось следующее. Образцы для изнашивания имели сравнительно большие размеры и массу. Поэтому весовой метод определения интенсивности с необходимой точностью не может быть применен, так как масса изношенной части и образца несоизмеримы. При малых значениях износа широко применяется профилографирование изнашиваемой поверхности и базы. Об износе судят по профилограмме, снятой с исходной изношенной поверхности. При снятии для этих двух участков профилограмм можно судить о величине износа, а также оценить изменение шероховатости. В нашем случае участок изнашивания имел кольцевую дорожку, а остальная часть служила базой. Профилографирование осуществлялось на профилографе-профилометре типа 252А1. Износ образцов, подвергнутых ПВ ТМО, значительно меньше износа образцов наплавленных и закаленных обычным способом. Так, образцы, упрочненные ПВ ТМО при скорости скольжения 2,5 м/с имеют износ 14 мкм, а образцы, подвергнутые только закалке – 30 мкм. Следовательно, при ПВ ТМО металлопокрытия износ уменьшился по сравнению с закалкой в 2,1 раза.

Таким образом, в процессе ПВ ТМО усиливаются все известные упрочняющие воздействия: повышается плотность и, соответственно, взаимодействие дислокаций, как в результате деформаций аустенита, так и в результате фазового наклепа при мартенситном превращении; образуется перенасыщенный легированный твердый раствор - мартенсит; создается своеобразное кристаллографическое упорядочение - образование двойниковых пластин мартенсита; возрастает количество дисперсий и равномерно определенных частиц упрочняющих фаз (главным образом карбидных) после низкотемпературного отпуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тоньшева О. А., Вознесенская Н. М., Шалькевич А. Б., Петраков А. Ф. Исследование влияния высокотемпературной термомеханической обработки на структуру, технологические, механические и коррозионные свойства высокопрочной коррозионноустойчивой стали с переходным содержанием азота. // Авиационные материалы и технологии. – 2012. - №3. – С. 31-36

2. Коджаспиров Г. Е. Термомеханическая обработка – эффективный способ регулирования структуры и свойства металлических материалов и основа ресурсосберегающих техноло-

гий // Тезисы докладов Российской научно-технической конференции «Инновационные наукоемкие технологии для России». – СПб. – 1995. – С. 23

3. Кончиц В.В. Электропроводность точечного контакта при граничной смазке // Трение и износ. 1991, т.12, №2. – С. 267-277

4. Таратута Л.И., Сверчков Л.А., Прогрессивные методы ремонта машин. Минск. «Ураджай». 1975, 344с.

УДК621.923.04

Синькевич Ю.В.

МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОТДЕЛОЧНО-ЗАЧИСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Приведен анализ механических методов отделочно-зачистной обработки поверхности металлических заготовок. Показано, что при выборе метода следует учитывать многочисленные факторы такие, как конфигурация детали, требования к качеству и точности поверхности, производительности обработки, физико-механические свойства поверхностного слоя, величина припуска, возможное негативное влияние обработки на формирование дефектного слоя и другие, в частности, тип производства и его технологические возможности

Механические методы финишной обработки поверхности заготовок, удаления заусенцев и отделки кромок, получившие наибольшее распространение в мировой практике, могут быть объединены в четыре основные группы: обработка лезвийными инструментами, связанным и свободным абразивами и методы, основанные на пластическом деформировании поверхностного слоя. На отечественных и зарубежных предприятиях для механической отделочной обработки и подготовки поверхности металлических заготовок перед осаждением гальванических покрытий широко применяется шлифование абразивными и лепестковыми кругами, лентами и полимерно-абразивными щетками, в барабанных и вибрационных установках, струйная абразивная и гидроабразивная обработка, крацевание, виброобкатка, полирование лепестковыми кругами и лентами с полировочными пастами, полимерно-абразивными щетками, в барабанных и вибрационных установках и магнитно-абразивная обработка [1].

Шлифование эластичными абразивными кругами и лентами позволяет достичь шероховатости поверхности Ra 1,60–0,02 мкм, а последующее полирование с применением паст – Ra 0,05–0,012 мкм [2, 3]. Точность размеров при ленточном шлифовании цилиндрических поверхностей обеспечивается до 0,01 мм, плоскостей до 0,04 мм, фасонных поверхностей до 0,05–0,07 мм [3]. Круги изготавливаются из фетра, войлока, бязи, сукна, парусины, кожи, фибры или синтетических материалов. В качестве абразивного материала используется корунд, карбид кремния, цирконкорунд [4, 5]. При полировании применяют различные пасты. Наиболее универсальными, эффективными и недорогими пастами являются жировая, маршалитовая, крокусная, известковая и хромовая. Расход пасты типа ГОИ при полировании поверхности площадью 1 м² составляет 100–120 г при относительно невысоком съеме металла 0,07–0,40 мг/см²·мин. Однако применение паст усложняет последующее обезжиривание деталей, которое зачастую возможно только во вредных органических растворителях. При шлифовании происходит царапание поверхностного слоя заготовки со снятием особо тонких стружек. В связи с этим шероховатость шлифован-