

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

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

Для повышения надежности и долговечности деталей машин, а также для восстановления их изношенных поверхностей применяются различные виды металлопокрытий. Однако, несмотря на достаточное количество способов наплавки, большого количества материалов для наплавки, не всегда удается улучшить эксплуатационные характеристики металлопокрытий, так как наплавки не позволяют получать однородные слои металлов с требуемыми свойствами. Одним из высокоэффективных способов повышения эксплуатационных характеристик металлопокрытий деталей машин является поверхностная высокотемпературная термомеханическая обработка (ПВ ТМО).

Сущность ее заключается в пластическом деформировании поверхностных слоев роликами при температуре аустенизации в процессе индукционного нагрева и немедленной закалки. Особенностью способа ПВ ТМО является то, что вследствие пластической деформации в тангенциальном направлении повышаются свойства деталей и в поперечном направлении.

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.

В настоящей работе исследовали влияние ПВ ТМО на износостойкость металлопокрытий.

Исследование влияния ПВ ТМО производилось на образцах из стали 40Х, которые были предварительно наплавлены проволокой НП-65 под слоем легированного флюса на стандартном оборудовании в промышленных условиях. В результате наплавки были получены образцы диаметром 51 мм и длиной 400 мм при следующем химическом составе: С-0,51%, Сг-2%, Мп-0,91%, Si-0,46% и при толщине наплавленного слоя 2 мм. Для ПВ ТМО из этих образцов вырезались диски (Ø51х20х15), которые устанавливались на оправку, стягивались гайкой и шлифовались по наружному диаметру.

ПВ ТМО осуществляли на специальном устройстве, которое включало: токарный станок, в центрах которого устанавливалась оправка с образцами, накатное трехроликовое или однороликовое приспособление ( в зависимости от диаметра образца), установленное на суппорте станка вместе с понижающим трансформатором, индуктором и охлаждающим устройством (спрейером).

Частота вращения оправки с заготовками составляла  $300 - 20 \text{ мин}^{-1}$  при продольной подаче роликов 0,95 мм/об.

ПВ ТМО производилась по схеме: нагрев до температуры 1210 - 230 К при этой температуре в течение 6 - с, поверхностная пластическая деформация путем обкатки роликами и немедленная закалка с последующим низкотемпературным отпуском. Для нагрева образцов использовалась установка ЛЗ2-67. накатное приспособление настраивалось на определенное усиление.

Температурный интервал деформации с учетом диаграммы изотермического расплава аустенита металлопокрытия составлял 1210 - 230 К. В целях предотвращения рекристаллизации время от конца деформации до закалки в воде составляло 6 - с. Усиление обкатки при ПВ ТМО изменялось от 980 до 5880Н на ролик, диаметр и радиус которого составлял 100 и 10 мм соответственно.

Для получения сравнительных результатов часть образцов упрочняли с нагревом токами высокой частоты по такому же температурному режиму, но без деформирования.

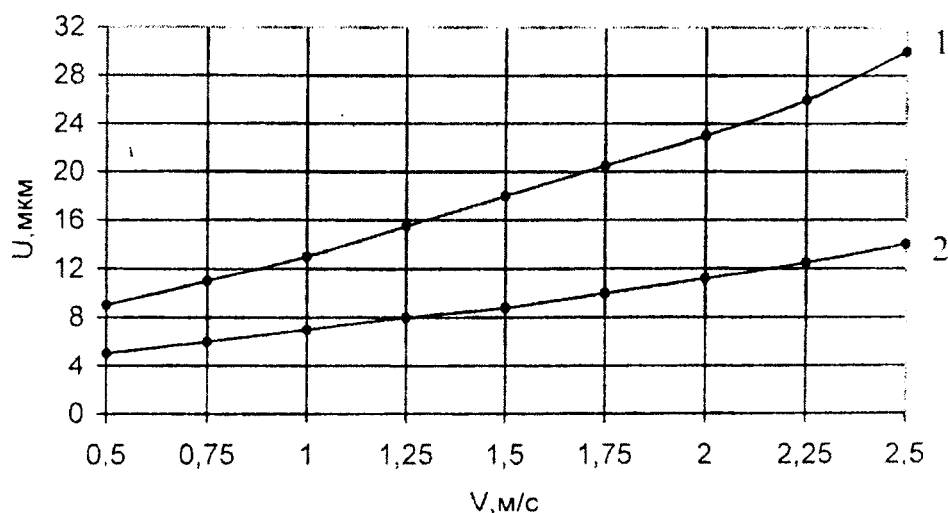
Все образцы после обработки подвергались низкотемпературному отпуску при температуре  $473 \text{ }^{\circ}\text{K}$  в течение двух часов. При этом твердость образцов составляла HRC55...58. [4]

Наиболее важным параметром обработки является усилие обкатки. Ее величину определяли экспериментальным путем. Критерием эффективности обработки служило давление, обеспечивающее повышение износостойкости металлопокрытия. С учетом этого оптимальное усилие обкатки составляло 3000Н.

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 0,05мм. В качестве вкладыша использовался высокопрочный чугун ВЧ-100-4 с твердостью HB 302...363. Внутренний диаметр вкладыша шлифовался в размер  $\varnothing 50^{+0,01}$  при шероховатости поверхности  $Ra=0,16 \dots 0,32$  мкм. Для исследования применялись диски и вкладыши шириной 15мм и 5мм 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.

Поверхности дисков и вкладышей перед каждым испытанием очищались тампоном, смоченным в четыреххлористом углероде [5].

После приведения в контактирование диска с чугунным вкладышем устанавливалась скорость скольжения 0,5м/с с нагрузкой 60Н и производилась приработка до 80...85% номинальной площади касания (определялось визуально). Исследование производилось при скоростях скольжения от 0,5 до 2,5 м/с и при давлении, равном 20 МПа. Величина износа образцов определялась через  $10 \times 10^4$  оборотов шпинделя машины трения (по счетчику оборотов). Результаты исследований представлены на рис. 1.:



1 – наплавка+закалка; 2-наплавка+ПВ ТМО

Рис. 1. – Зависимости износа образцов от скорости скольжения

Как видно из рис. 1. износ образцов, подвергнутых ПВ ТМО, значительно меньше износа образцов наплавленных и закаленных обычным способом! Так, образцы, упрочненные ПВ ТМО. при скорости скольжения 2,5м/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. Из рис. 1. также видно, что при увеличении скорости скольжения эффект ПВ ТМО возрастает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Таратута Л.И., Сверчков Л.А., Прогрессивные методы ремонта машин. Минск. «Ураджай». 1975, 344с.
2. Бабук В.В., Бернштейн М.Л., Яковлев Г.М. Влияние термомеханической обработки стали на сопротивление изнашиванию - «Вестник машиностроения», 1966, №7, с.67-69.
3. Лойко Ю.М., Таратута А.И. и др. Предварительная термомеханическая обработка наплавленного металла. В сб.: Улучшение эксплуатационных качеств тракторов и сельхозмашино – Горки, 1976, вып. 21, с. 68-73.
4. Шаврин О.И. Технология и оборудование термомеханической обработки деталей машин. – М.: Машиностроение. 1983.-76с.
5. Беляев Г.Я., Сакович Н.А. Триботехнические свойства металлопокрытий, упрочненных поверхностной термомеханической обработкой // Машиностроение. – Мн., 2000. – Вып.16 – с.149-153.

УДК 621.373.826

Спирidonов Н.В., Соколов И.О., Пилецкая Л.И.

### ЛАЗЕРНЫЙ МЕТОД УПРОЧНЕНИЯ НАПЫЛЕННЫХ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ NI-CR-B-SI ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

*Большие возможности для повышения эксплуатационных свойств напыленных покрытий открывает последующая обработка высококонцентрированными потоками энергии, в частности лазерная обработка. Рассмотрены различные периоды взаимодействия элементов покрытий и основы. Исследовались самофлюсующиеся сплавы марок ПР-Н73Х16СЗРЗ, ПР-Н70Х17С4Р4, ПР-Н67Х18С5Р5. Для получения упрочняющих слоев высокого качества, обладающих прочной связью с основой, процесс лазерной обработки напыленных никельхромборкремниевых покрытий необходимо вести на режимах, обеспечивающих время контактирования расплава с основой 0,6-0,8 с.*

Последующая термообработка (оплавление) напыленных покрытий из композиционных материалов на основе Ni-Cr-B-Si позволяет значительно снизить пористость покрытий и повысить прочность их сцепления с основным металлом. Большие возможности для повышения эксплуатационных свойств открывает последующая обработка покрытий высококонцентрированными потоками энергии, в частности, лазерная обработка.

Повышение физико-механических свойств покрытия после оплавления связано с особенностями процесса оплавления, а именно, наличием жидкой самофлюсующейся фазы. Жидкая фаза создает условия для протекания процессов поверхностной и объемной диффузии, рекристаллизации, десорбции газов, т.е. процессов, обуславливающих стремление порошковой системы к более термодинамическому устойчивому состоянию. В результате во время оплавления происходит усадка покрытия за счет резкого сокращения количества и размера пор и образование прочной металлической связи покрытия с основным металлом.

Для получения качественных напыленных покрытий с высокой адгезией к основному металлу, минимальным содержанием элементов базового материала, мелкодисперсных, с высокими наследственными свойствами исходного материала, необходимо обеспечить минимальную длительность контактирования твердой (основного металла) и жидкой (покрытия) фаз, создавая условия для протекания процесса формирования покрытия с максимально возможными скоростями нагрева и охлаждения. При этом уровень остаточных напряжений в покрытии повышается, что увеличивает возможность трещинообразования и отслаивания покрытия.

С целью получения более качественных покрытий исследован метод обработки потоками энергии высокой концентрации – лазерный.

Покапальный нагрев покрытий приводит к изменениям физико-химических процессов в системе «покрытие-основа» в отличие от объемного и поверхностного способов нагрева покрытий. Поглощенная и преобразованная в тепловую, энергия распространяется в глубь покрытия за счет теплопроводности. Воздействие ВКПЭ на пористые покрытия существенно отличается от его воздействия на сплошные материалы. Это связано с тем, что пористость изменяет теплофизические,