

Литература.

1. А.Н.Кортич и В.Я.Любарский "Стойкость отрезных резцов, применяемых в автоматизированном производстве. Станки и инструмент" №8, 1968г. с.34
2. Моховиков А. А. Повышение прочности отрезных и канавочных резцов за счет равнопрочной формы лезвия: дис. – Томск. : дис. канд. техн. наук, 2004.
3. Моховиков А. А., Корчуганов С. В. Применение критерия равнопрочности при проектировании сменных режущих пластин для отрезных и канавочных резцов //Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 25. – №. 2 (25).

**НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЬ, МОДИФИЦИРОВАННУЮ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ**

*Д.А. Бобровицкий, студент группы 10А31,
научный руководитель: Зайцев К.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В современном промышленном производстве одним из путей решения вопроса создание новых материалов с уникальными свойствами является нанесение специальных покрытий на конструкционные материалы. Значительное место среди множества известных способов нанесения покрытий занимает метод газотермического напыления.

Современная тенденция повышения адгезионных свойств напыляемых покрытий направлена на увеличение скорости распыляемых частиц. Однако при этом не уделяется достаточного внимания предварительной подготовке напыляемой поверхности. Подготовка поверхности перед напылением является неотъемлемой частью технологического процесса нанесения покрытий, поскольку она очищает и химически активизирует подложку [1]. Существуют различные методы подготовки поверхности, перед напылением очищающие и выводящие из состояния термодинамического равновесия со средой, освобождая межатомные связи поверхностных атомов. Наиболее распространенные из них: термическая активация; механическая активация; прочие методы [1, 2].

Способ подготовки поверхности оказывает существенное влияние на прочностные характеристики основы. Так механические способы подготовки основы со снятием стружки и обработка абразивами создают на изделии концентраторы напряжений и вызывают неравномерные изменения структуры основного металла, снижают усталостную прочность (до 60% от первоначальной). Механические способы подготовки основы без снятия стружки повышают усталостную прочность на 20 – 30%, обеспечивают поверхностный наклеп и увеличивают контактную выносливость [1].

Обработка металлической поверхности механическими методами оказывает заметное влияние на величину энергии активации [3]. Пластические деформации, возникающие в процессе обработки, порождают многочисленные дефекты в кристаллической решетке материала. Атомы в несовершенной кристаллической решетке обладают более высокой потенциальной энергией, что приводит к уменьшению энергии активации.

Одним из видов механической обработки поверхности является ультразвуковая обработка. В данной работе исследовано влияние мощного ультразвукового воздействия на напыляемую подложку, заключающееся в выглаживании поверхности твердосплавным индентером для подготовки под высокоскоростное газотермическое напыление. Ультразвуковая обработка заключается в пластическом деформировании поверхностных слоев основы инструментом, колеблющимся с ультразвуковой частотой (24кГц).

Экспериментальные исследования проводили на образцах из Стали 20, поверхность которых подвергалась обработке с помощью ультразвуковой установки. Покрытия наносились с использованием порошков самофлюсующихся сплавов (Ni-Cr-B-Si) и чистых металлов (никель, хром, молибден) с применением высокоскоростной газопламенной и детонационной установок.

Основным механизмом образования адгезионной связи при газотермическом напылении на практике принято считать механическое зацепление напыляемых частиц с выступами и впадинами на поверхности основы и приварка частиц на гребнях шероховатости [2]. Поэтому широко используются такие способы подготовки основы, которые создают поверхность со сложной конфигурацией

выступов и впадин шероховатости. Однако в классических экспериментах по изучению механизмов соединения напыляемых частиц с основой, исследования проводились на шлифованных подложках и было показано, что основной вклад в адгезионную прочность покрытий вносит не механическое зацепление, а образование межатомных связей в процессе топомеханической реакции между материалом покрытия и основой [3]. Для протекания такого типа реакций определяющим являются активационные процессы на поверхности. Применение ультразвукового выглаживания, при определённых условиях, приводит к модифицированию поверхности, вследствие образования на ней наноструктурных состояний, которые по своей природе способствуют активации поверхности. Теоретические оценки такой активации дают значения аналогичные увеличению температуры подложки на более чем на сто градусов.

Для исследования морфологии и шероховатости основы и для анализа характера соединения покрытий с основой после отсоединения покрытий применялся профилометрический комплекс «Micro measure 3D station». С помощью растрового электронного микроскопа «Philips SEM 515», исследовалось состояние поверхности основы после отсоединения покрытий. С помощью графической программы проводилась оценка площади очагов схватывания основы с покрытием по величине, которой прогнозировалась адгезионная прочность.

Гребни шероховатости, полученные после предварительной токарной обработки деформируются твердосплавным индентером с образованием нового микрорельефа поверхности. Вновь образованная поверхность имеет благоприятную морфологию для хорошего растекания жидких напыляемых частиц и формирования сплэтов.

Образующийся при ультразвуковой обработке ячеистый микрорельеф, мелкозернистая, с высокой плотностью дефектов кристаллического строения структура поверхностного слоя и внутренние напряжения сжатия могут обеспечить надежную адгезионную связь [4]. В результате ультразвуковой обработки происходит измельчение зеренной структуры до субмикроструктурных и нано размеров [5].

Эффективность соединения покрытия с основой исследовалась путём изучения строения поверхностных слоёв образцов после отрыва покрытий. После отрыва покрытий поверхность имеет следующий вид: очаги схватывания напыляемых частиц с основой, характеризующиеся когезионным разрушением покрытия, чередуются с участками, по которым произошло адгезионное отсоединение покрытия. Количественная оценка адгезии напыленных покрытий была проведена с помощью оценки совокупной площади очагов схватывания напыленных частиц и основы. Известно, что чем больше площадь очагов схватывания напыленных частиц и основы, тем выше адгезионная прочность покрытия [10]. Соотношение этих участков и определяет эффективность схватывания покрытия с основой [6, 7]. Было определено, что площадь очагов схватывания после ультразвуковой обработки составляет для различных покрытий от 40% до 80%.

Существенное отличие наблюдается и в распределении значений микротвёрдости в композиции «покрытие-основа» при использовании ультразвуковой обработки для подготовки основы под напыление. Увеличение значений микротвёрдости в обработанных ультразвуком слоях свидетельствует как об измельчении зёрен, повышении дефектности зёренной структуры, так и формировании напряжений сжатия в поверхностных слоях. Особо следует обратить внимание на сглаживание скачка значений микротвёрдости, который имеет место при напылении особенно твёрдых покрытий и может благоприятно повлиять на их работоспособность.

С помощью современных методов металлографического и профилометрического анализа определено, что предварительная струйно-абразивная обработка, за счет реализации нескольких каналов активации и увеличения поверхности контакта, приводит к формированию прочной связи на границе композиции «покрытие-основа». Минимальная шероховатость поверхности основы обработанной ультразвуком обеспечивает равномерное воздействие импульсного и напорного давления жидких капель напыляемого материала на основу и способствует реализации механического канала активации на всей поверхности основы [8-11]. При этом формирование волнистого субмикрорельефа и модифицированной (измельчённой) структуры поверхностного слоя способствует, в отличие от обычного шлифования поверхности, существенному увеличению адгезии и реализации механического канала активации на всей поверхности основы.

Принимая во внимание благоприятное влияние на упрочнение основы процесса измельчения структуры и формирования сжимающих напряжений при ультразвуковой обработке, позволяет говорить о перспективности применения такой обработки при нанесении износостойких покрытий. Обра-

зовавшаяся на границе раздела адгезионная связь между покрытием и выглаженной ультразвуковым инструментом основой соответствует технологическим требованиям.

Ультразвуковая обработка предлагается в качестве способа подготовки поверхности перед нанесением высокоскоростных покрытий и в первую очередь на телах вращения, когда струйно-абразивная обработка недопустима по эксплуатационным и технологическим соображениям.

Литература.

1. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л., Ардатовская Е.Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник «Наукова думка», 1987. – 544 с., ил.
2. Кудинов В.В., Пекшев П.Ю., Белашенко В.Е. и др. Нанесение покрытий плазмой. М.: Наука, 1990. 407с.
3. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. Под ред. Б.С. Митина. М., Металлургия, 1987г.
4. Клименов В.А., Каминский П.П., Толстов В.П., Ковалевская Ж.Г., Уваркин П.В. Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой обработки бандажей колес локомотивов // Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудование и металлоконструкций: Материалы 5-ой Международной практической конференции-выставки. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – С. 199–203.
5. Патент на изобретение РФ № 2354715. Дата регистрации 10.05.2009 / Клименов В.А., Ковалевская Ж.Г., Зайцев К.В., Борозна В.Ю., Толмачев А.И. Способ упрочнения деталей из конструкционных сплавов.
6. Клименов В.А., Ковалевская Ж.Г., Зайцев К.В., Толмачев А.И. Исследование адгезии покрытий, полученных высокоскоростным газопламенным напылением. Известия Томского политехнического университета 2007г. Том 310 № 3, Стр. 57-61.
7. Клименов В.А., Ковалевская Ж.Г., Ульяницкий В.Ю., Зайцев К.В., Борозна В.Ю. Влияние ультразвуковой обработки основы на формирование покрытия при детонационном напылении. Технология машиностроения 2008г. № 7. с. 22-26.
8. Ревун С.А., Балакирев В.Ф. Особенности образования адгезионной связи при газотермическом напылении покрытий // Физика и химия обработки материалов. – 2002. – № 2. – С. 55–62.
9. Синолицин Э.К. Получение прочного сцепления с подложкой при низкоскоростном газопламенном напылении жидких металлических частиц // Физика и химия обработки материалов. – 2002. – № 2. – С. 49–54.
10. Шмаков А.М., Ермаков С.С. Ударное взаимодействие частицы с основой при газотермическом напылении // Физика и химия обработки материалов. – 1986. – № 3. – С. 66–71.
11. Харламов Ю.А. О моделировании процесса соударения частиц с поверхностью при газотермическом нанесении покрытий // Физика и химия обработки метериалов. 1990. № 4. С. 84-89.

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ГОДОВОЙ ПРОГРАММЫ ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Г.Д. Давлатов, студент группы 10А51,
научный руководитель: Губайдулина Р.Х.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

При проектировании технологии изготовления машины в качестве базовых исходных данных фигурирует кроме конструкции изделия и так называемая годовая программа выпуска в штуках. Если конструкторская документация на машину должна быть разработана на предшествующей стадии жизненного цикла изделия (ЖЦИ), то вопрос определения размера оптимальной серии машин или партии изделий остаётся открытым. При плановой экономике программа выпуска назначалась исходя из государственных потребностей и интересов всего населения. С переходом на рыночные отношения эта задача приобретает особую актуальность, так как с одной стороны количество выпущенных и реализованных изделий должно возместить затраты на организацию их производства, а с другой – принести определенную прибыль собственнику предприятия без перепроизводства этих изделий. Поэтому ошибки в назначении величины программы выпуска в ту, или другую сторону, могут привести к негативным последствиям вплоть до банкротства предприятия.