

УДК 621.793.620.172

В.С. Ивашко, проф., д-р техн. наук, В.К. Ярошевич, проф., д-р техн. наук

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь,

С. А. Довжук, инж., Ф.Й. Златопольский, проф., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет,

В. Н. Яропуд, асп.

Винницкий государственный аграрный университет

Триботехнические исследования борсодержащих материалов нанесенных газотермическим методом для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной и автомобильной техники

Проведены триботехнические исследования покрытий из сплавов переходных металлов (Fe, Co, Mn, Cr, Ni и др.), в которые для образования аморфной структуры добавляют аморфообразующие элементы типа: B, C, Si, P, S. Покрытия получали газопламенным напылением. Наиболее мелкая структура покрытия обнаружена на дистанции напыления 80 мм. Именно на этой дистанции создаются благоприятные условия для формирования аморфной фазы.

газотермическое напыления, порошковые материалы, аморфизаторы, покрытие, износостойкость, триботехнические свойства, борсодержащие материалы

Введение. Выход из строя сельскохозяйственной и автомобильной техники в основном связан с износом базовых деталей, которые испытывают в процессе работы комбинированное влияние агрессивных сред, высоких удельных нагрузок, трения, вибраций и других факторов. В подавляющем большинстве случаев разрушается только рабочая поверхность детали, которую можно восстановить нанесением слоя материала со специальными свойствами. В результате нанесения покрытий не только восстанавливаются размеры деталей, но и упрочняется их поверхность. В особенности целесообразно использование защитных покрытий в ремонтном производстве.

Газотермическое напыления (ГТН) порошковыми материалами - один из широко распространенных в машиностроении способов нанесения покрытий. Методы ГТН позволяют формировать на поверхности деталей машин и конструкций покрытия с различным уровнем механических и физико-химических свойств, большинство из которых подлежат дальнейшей механической обработке для получения необходимых размеров и качества поверхности. Однако, высокие механические свойства покрытий, обеспечивая работоспособность деталей в эксплуатации, значительно снижают их обрабатываемость резанием, которая всегда более низкая, чем аналогичных по составу сплошных материалов. Преимущественно, это связано с тем, что покрытия характеризуются определенным разбросом физико-механических свойств, неоднородной структурой, что является причиной нестабильности процесса резания и приводит к ускоренному износу режущих инструментов. Структура материала покрытия, которая формируется при его нанесении на основу, ограничивает возможности по технологическому управлению шероховатостью обрабатываемой поверхности.

Матеріали на основі заліза Fe (Fe–B, Fe–Cr–B, і т.д.) являються переважними для отримання порошків, характеризуються аморфно-кристаллической структурой.

Для нанесення покриттів із сплавів системи Fe–Cr–B–Si застосовувалось газопламенне напылення з використанням в якості вихідного матеріала порошка.

При газопламенному напыленні покриттів з аморфної структурой застосовувались додаткові технологічні прийоми, направлені на виключення перегреву основи і покриття в процесі напылення, а також окислення напыляемого сплаву, особливо при наявності в його складі елементів з підвищеним сродством до кисню.

Одною із причин, здерживаючих використання захисних зносостійких покриттів з аморфно-кристаллической структурой, в промисловості, є недолік науково обґрунтованих рекомендацій по їх нанесенню і механічній обробці. Для борсодержащих матеріалів характерними є наступні особливості:

- наявність великої кількості структурних складових;
- поєднання аморфної і кристаллической фаз, мають різні фізико-механічні властивості.

Поэтому з метою технологічного управління якістю поверхні виробів для формування належного стану поверхні шару виробів з аморфизованими покриттями вимагається проведення комплексу експериментальних і теоретичних досліджень. Вимога обов'язкового збереження вихідного складу аморфної фази, яка обумовлює їх експлуатаційні властивості, накладає певні обмеження на процеси нанесення і механічній обробці таких покриттів.

Основна частина. Аморфні металічні сплави (АМС) отримують швидкою закалкою расплавів і при умові, що сплав містить достатню кількість елементів–аморфізаторів. Практичний інтерес представляють сплави, для охолодження яких вимагаються швидкості охолодження в межах 100–200К/с, а температура стеклования в декілька разів менше температури плавлення основного компонента.

Для практичного застосування звичайно використовують сплави перехідних металів (Fe, Co, Mn, Cr, Ni і др.), в які для утворення аморфної структури додають аморфообразующі елементи типу: B, C, Si, P, S. Такі аморфні сплави звичайно містять близько 80 ат. % одного або декількох перехідних металів і 20% металлоїдів, додаваних для утворення і стабілізації аморфної структури. Склад аморфних сплавів, використовуваних для відновлення деталей автомобілів близько по формулі $M_{80}X_{20}$, де М – один або декілька перехідних металів, а Х – один або декілька аморфізаторів (наприклад, $Fe_{80}B_{20}$).

Аморфізатори знижують температуру плавлення і забезпечують достатню швидке охолодження расплава нижче його температури стеклования так, щоб в результаті утворилась аморфна фаза. На термічну стабільність аморфних сплавів найбільше впливають кремній і бор, найбільшою міцністю володіють сплави з бором і вуглеродом, а корозійна стійкість залежить від концентрації хрому і фосфору.

В умовах газопламенного напылення досягається принципова можливість отримання аморфних покриттів із металічних сплавів. Критична швидкість переходу цих сплавів в аморфний стан $V_{\text{охл}}^{\text{кр}} = 10^5 - 10^6 \text{ К/с}$.

Важким умовою збереження аморфної структури в процесі нарощування покриття є досягнення раціональних температурних режимів в системі «покриття–основа», забезпечуючих об'ємне вміщення аморфної фази ($Z_{\text{АФ}}$) в

напыленном покрытии.

Повышение температуры основы приводит к уменьшению $Z_{\text{АФ}}$. Предварительный подогрев основы перед напылением приводит к снижению количества аморфной фазы: соответственно, при температуре подогрева $T=350\text{K}$ - $Z_{\text{АФ}}=70\%$; $T=460\text{K}$ - $Z_{\text{АФ}}=35\%$.

Изучалось влияние на температуру режимов и толщины покрытия. В зависимости от вида обрабатываемого материала и условий напыления температура имеет разные значения.

При газопламенном напылении покрытий с аморфной структурой применялись дополнительные технологические приемы направленные на исключение перегрева основы и покрытия в процессе напыления, а также окисления напыляемого сплава, особенно при наличии в его составе элементов с повышенным сродством к кислороду.

Аморфная фаза в покрытии изменялась от 65 до 80%. Для приближения условий лабораторных исследований к реальным условиям эксплуатации применили способ испытаний триботехнических свойств покрытий при граничной смазке. Образец с испытуемым покрытием вводили в контакт с контрообразцом, нагружали их и задавали скорость вращения. В зону контакта подавали капельным способом жидкую смазку - индустриальное масло И-20А. Образцы с покрытиями сравнивали с эталоном - литым образцом из стали 20Х. Результаты испытаний покрытий на задир приведены в табл. 1. В таблице 2 приведены результаты испытаний на износостойкость напыленных материалов

Таблица 1 - Результаты испытаний напыленных материалов на задир

Давление на образцы p , МПа	Коэффициент трения μ						
	Сталь 20Х	Покрытие					
		дистанция напыления, мм					
		40	80	120	40	80	120
0,16	0,032	0,022	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018
0,50	0,025	0,015	0,014	0,014	0,013	0,013	0,015
0,92	0,010	0,010	0,009	0,009	0,008	0,008	0,009
1,33	0,015	0,007	0,009	0,009	0,008	0,007	0,009
1,75	0,065	0,006	0,008	0,008	0,007	0,007	0,008
2,16		0,011	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
2,58		0,015	0,006	0,007	0,007	0,007	0,006
3,00		0,035	0,007	0,008	0,008	0,006	0,007
3,42			0,008	0,012	0,015	0,005	0,007
3,83			0,011	0,027	0,026	0,006	0,013
4,25			0,020			0,006	0,020
4,66						0,015	
5,08						0,025	

Таблиця 2 - Результаты испытаний покрытий на износостойкость

Покрытия	Линейный износ материала покрытия за 10 часов испытаний при $p=3,42$ МПа Δh , мкм			Интенсивность изнашивания J_h , мкм/км (или 10^{-9})		
	дистанция напыления, мм					
	40	80	120	40	80	120
Fe-B	2,5	1,5	1,8	0,025	0,015	0,018

Заключення. Найбільш мелка структура покриття обнаружена на дистанції напылення 80 мм. Іменно на цій дистанції створюються сприятливі умови для формування аморфної фази.

Список литературы

1. Івашко В.С. Обоснование размеров структурных составляющих при упрочнении ножей измельчающих аппаратов кормоуборочной техники / Івашко В.С., Декевич П.А. // Материали 8-го Междунар. науч.-техн. семинара. Современные проблемы подготовки производства, заготовительного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте, Киев, 26-28 февраля 2008 г. / Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008.
2. Астапчик С.А. Технология поперечно-клиновой прокатки в сельхозмашиностроении республики Беларусь. / Астапчик С.А., Івашко В.С. // Современные методы и технологии создания и обработки материалов.-Мн., 2006.- С.376–381.
3. Бетень Г.Ф. Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники / Бетень Г.Ф., Буйкус К.В., Івашко В.С. и др.- Мн.: БГАТУ, 2006.
4. Абрамович Т.М. Влияние технологических факторов на сврйства покрытий при их электроконтактном припекании. Вопросы теории. / Абрамович Т.М., Донских С.А., Ярошевич В.К. // Материали Междунар. науч.-техн. конф. Модели и алгоритмы для имитации физико-химических процессов.- Таганрог, 2008.
5. Микроплазменное оплавление самофлюсующихся материалов при упрочнении ножей измельчающих аппаратов. / Івашко В. С., Декевич П.А. // «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка».- Минск, 2008.
6. Громыко Г.Ф. Моделирование процесса микроплазменной обработки деталей с нанесением порошковых материалов. / Громыко Г.Ф., Мацука, Н.П., Івашко, В.С., Декевич, П.А. // Сборник научных трудов VI международной научно-технической конференции «Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин» – Новополоцк, 2007.
7. Івашко В. С. Применение системы визуализации при лазерной и микроплазменной обработке деталей рабочих органов кормоуборочных машин / Івашко В. С., Декевич П.А., Інютин А.В. // Материали 8-го Междунар. науч.-технического семинара. Современные проблемы подготовки производства, заготовительного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте, Киев, 26-28 февраля 2008г. / Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008.

В. Івашко, В. Ярошевич, С. Довжук, Ф. Златопольський, В.Яропуд

Триботехнічні дослідження матеріалів, які вмщують бор і нанесені газо термічним методом для зміцнення і відновлення деталей сільськогосподарської і автомобільної техніки

Приведені результати триботехнічних досліджень покриттів із сплавів перехідних металів (Fe, Co, Mn, Cr, Ni і др.), в які для утворення аморфної структури додають аморфообразуючі елементи типу В, С, Si, Р, S. Покриття отримували газополуменевим напыленням. Найбільш дрібна структура покриття виникає на дистанції напылення 80 мм. На цій дистанції створюються найбільш сприятливі умови для отримання аморфної фази.

V. Ivashko, V. Yaroshevich, S. Dovzhuk, F. Zlatopolskiy, V. Yaropud

Tribological investigations of boron-containing material, coated by gas-thermal method for strengthening parts machines of agricultural and motor-car technique

Tribological investigations of boron-containing material, coated by gas-thermal method are conducted. The goal of investigations is to control surface quality by means application of amorphous-crystalline coatings. The finest structure of coating with amorphous phase is achieved under the application distance equal to 80 mm.

Получено 17.11.09

УДК 629.113.004.67

В.С. Ивашко, проф., д-р техн. наук, В.К. Ярошевич, проф., д-р техн. наук

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

А.В. Татаров, доц., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград

В.М. Лопата, доц., канд. техн. наук

Киевский национальный университет технологий и дизайна, г. Киев

Система автоматизированного проектирования технологических процессов ремонта и восстановления деталей машин

Разработана система автоматизации проектирования технологических процессов восстановления деталей машин. Созданная база данных интегрирована в САПР ТП «Компас-Автопроект». Разработана справочная система способов восстановления деталей машин, средств технологического оснащения ремонтно-обслуживающих предприятий, применяемых материалов и справочник средств дефектации.
автоматизированное проектирование, ремонт и восстановление, дефекты, дефектация, технология

Введение. В настоящее время ремонтно-обслуживающие предприятия столкнулись с проблемой отсутствия задачи технологической документации на ремонт и восстановление деталей машин. Степень проработанности и форма представления технологической документации должна соответствовать требованиям ГОСТов и международным стандартам оформления документации. Это же необходимо и для расширения производства - освоения ремонта новых изделий.

Использование САПР ТП ремонтно-обслуживающими предприятиями позволит:

- повысить качество технологической документации;
- сократить трудоемкость и сроки технологической подготовки производства (ТПП);
- организовать машинный архив проектной документации и безбумажный документооборот в сети ЭВМ;
- осуществить интеграцию с системами конструкторской подготовки производства и управления предприятием;