
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЧНОСТИ

Материалы международной
научной конференции
23-27 мая 2022 года, г. Витебск



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ
ПРОЧНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ
ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЧНОСТИ
Материалы международной научной конференции
(Витебск, 23-27 мая 2022 года)

*Посвящается 30 - летию со дня образования Межгосударственного
координационного совета по физике прочности и пластичности
материалов*

Минск
УП «ИВЦ Минфина»
2022

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ АЛЮМИНИЯ И ЦИНКА ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

Разбаев П.А., Поддубная Н.Н.

ГНУ «Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси»,
Витебск, Беларусь,
prazbaev@bk.ru

В начале 1980-х гг. группой ученых Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН) был разработан способ нанесения металлических покрытий при помощи ускорения частиц до сверхзвуковых скоростей. Благодаря приобретенной таким образом кинетической энергии частицы металла при соударении с поверхностью подвергаются пластической деформации, которая сопровождается интенсивным сдвиговым течением материала, что приводит к образованию адгезионно-когезионных связей и обеспечивает хорошее сцепление порошка с поверхностью подложки. Это привело к разработке двух патентов – изобретениям метода и устройства для ускорения металлических частиц газом с высоким давлением при температурах, значительно меньших температуры плавления частиц, для формирования беспористого покрытия с высокой адгезией к подложке [1]. Позже, в 1994 г. патент на этот метод был получен в США [2]. Процесс нанесения покрытий назвали холодным газодинамическим напылением (ХГДН), позволяющим напылять разнообразные материалы – металлы, сплавы, полимеры и их смеси. С тех пор получено множество патентов, но именно эти стали основными.

Одним из направлений метода ХГДН является улучшение характеристик материалов за счет нанесения функциональных покрытий, в том числе для увеличения коррозионной стойкости материала, износостойкости и защиты от механических повреждений. Частным случаем таких покрытий являются коррозионностойкие покрытия на основе цинка и алюминия. Принципиальной особенностью метода является возможность локального ремонта изделий без демонтажа конструкции [3]. Условно не большой уровень температур при напылении минимизирует тепловое воздействие на окружающую атмосферу и подложку, что в свою очередь позволяет избегать образования сквозных пор в покрытии, высокотемпературных напряжений и деформации подложки, позволяя использовать ХГДН для антикоррозионной обработки автомобилей. Целью представленной работы является сравнение прочностных свойств антикоррозионных покрытий цинка и алюминия для применения в авторемонте.

Как известно, антикоррозионными свойствами обладают покрытия с наибольшей, в сравнении с защищаемой поверхностью, химической активностью. Это обуславливает выбор материалов для исследования - алюминий и цинк. Кроме того, оба металла склонны к образованию на поверхности оксидной пленки, позволяя улучшить эксплуатационные свойства кузова. Задача не является новой, однако на появление коррозии на автомобилях возрастом 3 года жалуются около 60% владельцев. В случае с 6-летними машинами уже 90% автовладельцев сталкиваются с данной проблемой. В России для штамповки деталей автомобильных кузовов наиболее часто используется сталь марки 08КП, в состав которой наряду с чистым железом входит карбид железа и различные примеси. Их наличие позволяет повысить прочностные качества кузова, но приводит к коррозионной активности материала. Кузов автомобилей Фольксваген изготавливают из стали St14. Для защиты автомобиля используют оцинковку кузова. Считается, что покрытие цинка, толщиной от 2 до 10 мкм обеспечивает защиту от возникновения и распространения коррозионных поражений [4]. Скорость разрушения активного цинкового слоя в месте повреждения кузова

составляет от 1 до 6 мкм в год. Скорость разрушения стали по данным Шведского института коррозии изменяется от местности эксплуатации и составляет 8 до 30 мкм в год [5]. Зачастую автомобили имеют частичную или неполную оцинковку, что оставляет актуальность методов восстановления и ремонта неизменной.

В работе представлен анализ твердости покрытий из порошков алюминия А-20-11 (алюминий, цинк, корунд) и Z-00-11 (цинк, корунд), нанесенных на стальные подложки. Для испытаний использованы стальные подложки размерами 10x40x1мм марки 08КП мм и 10x40x2мм для Ст3сп. На подложки наносили тонкие и толстые покрытия металлов на установке Димет-404, внешний вид (а) и принципиальная схема (б) которой представлены на рисунке 1. Толщина контролировалась по анализу поперечного шлифа с помощью микроскопа и составляла 80 мкм и 550-600 мкм для тонких и толстых покрытий, соответственно. Для улучшения адгезионных свойств покрытий поверхность подложки предварительно обработана порошком карбида алюминия на той же установке. Напыление тонкого покрытия алюминия проводилось при рабочей температуре 300°C и рабочем давлении воздуха в напылителе 6 кгс/см² (режим 2). Для получения толстого покрытия использованы последовательно режим 2, затем режим 4 (температуре воздуха в напылителе 500°C и рабочем давлении воздуха 8 кгс/см²). Покрытие цинка наносили при рабочей температуре 600°C и рабочем давлении воздуха в напылителе 9 кгс/см² (режим 5).

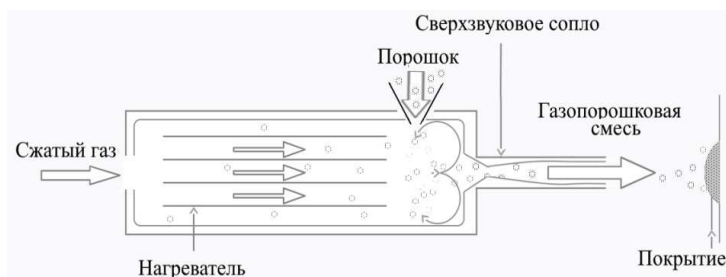


Рисунок 1 – внешний вид (а) и принципиальная схема работы (б) установки газодинамического напыления.

Измерения твердости покрытий проводили методом Виккерса на микротвердометре ПМТ-3М (рисунок 2, таблица 1). Для проведения измерений поверхность шлифовали. Для проведения авторемонтных работ шлифовка не требуется.



Рисунок 2 – Внешний вид микротвердометра ПМТ-3М

Таблица 1 – Результаты исследования микротвердости металлических покрытий.

	Al покрытие			Zn покрытие		
	2 режим		4 режим	3 режим		5 режим
	Тонкое покрытие	Толстое покрытие	Тонкое покрытие	Тонкое покрытие	Толстое покрытие	Тонкое покрытие
Тонкая подложка	33,4	61,8	49,0	54,7	61,0	44,4
Толстая подложка	30,9	48,8	42,7	38,7	54,3	

Установлено что покрытие, полученное из порошков на основе алюминия, имеет меньшую твердость, в сравнение с покрытием на основе цинка. Твердость полученного покрытия зависит от толщины напыленного металла как в случае с алюминием, так и для цинка, и уменьшается с ростом толщины покрытия. Таким образом, для получения антикоррозионной защиты поверхности стали достаточно ограничиться тонким покрытием. Необходимо отметить, что алюминий обладает большей химической активностью в сравнении с цинком, и обеспечит кузову лучшую защиту от окисления. В то же время, нанесение алюминиевых покрытий методом гальванопластики, используемых для получения цинковых покрытий, не применимы. В этом случае технология ХГДН обладает преимуществом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для нанесения покрытий напылением: пат. 1674585 Рос. Федерация; заявл. 19.10.89; опубл. 15.05.93.
2. Gas dynamic spraying method for applying a coating: pat. US5302414A; filed 19.05.90; publ. 12.04.94.
3. Яснов В.В., Рубаник В.В., Юркевич С.Н., Юдо А.Н. Использование технологии газодинамического нанесения для восстановления деталей // Сборник докладов международной научной конференции «Актуальные проблемы физики твердого тела» 20-23 октября 2009 г. Минск, 2009 г., т.3, стр.196-199.
4. <https://autogener.ru/ocinkovka-kuzova/volkswagen/passat/b7-2011-2013.php>
5. <https://etm.by/klientam/polnyij-otchet-o-korrozii/>