

Таблица 2 – Физико-химические показатели и статическая обменная ёмкость ПЭТФ, обладающего ионообменными свойствами

Образец полимера	Температура плавления	Удельная вязкость 0,5%-ного раствора в смеси фенол:тетрахлорэтан 1:1 об. ч. при 0°С	Содержание СООН-групп, г·экв·10 ⁶ /г	СОЕ, мг·экв/г
1	250-251	0,21	280	0,27
2	251-252	0,21	260	0,25
3	247-248	0,20	474	0,48
4	246-247	0,21	382	0,37
5	248-249	0,19	176	0,16
6	248-249	0,18	189	0,18
7	248-249	0,18	221	0,22
8	248-249	0,19	219	0,21
9	255-256	0,30	58	0,06
10	249-250	0,21	230	0,23
11	253-254	0,23	61	0,06
12	243-244	0,17	415	0,40
13	258-259	0,25	1,5	0,002
14	251-252	0,24	3,0	0,004

Примечание. Номера образцов соответствуют номерам образцов в таблице 1. Контрольные образцы полиэтилентерефталата (13) и исходного сополиэфира (14), взятого для получения образцов модифицированного полиэтилентерефталата с ионообменными свойствами (1 и 2).

УДК 691.793

Кирикович М.К.

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТОНАЦИОННОЕ НАПЫЛЕНИЕ. ОПИСАНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Койда С.Г.

В настоящее время широко применяются следующие методы нанесения покрытий распылением: металлизация, газопламенное и плазменное напыление. Однако их свойства в

некоторых случаях не удовлетворяют предъявляемым требованиям. Так, из-за сравнительно низкой прочности сцепления таких покрытий с основой ограничено их использование в машинах и механизмах, работающих при ударных нагрузках, а достигающая 10% пористость делает невозможной их эксплуатацию в агрессивных средах.

В связи с этим значительный интерес представляет детонационный метод нанесения покрытий. Сущность метода детонационного напыления (ДН) весьма проста: в водоохлаждаемую трубу (ствол) заполненную газовой взрывчатой смесью помещаются напыляемые частицы порошка после чего в газе возбуждается детонация. Взаимодействуя с продуктами детонации, частицы нагреваются и ускоряются в направлении напыляемой поверхности детали, при столкновении с которой они образуют плотное и хорошо сцепленное с ней покрытие. Далее следует релаксация давления, продукты детонации почти полностью выходят из ствола, который продувается не реагирующим газом, вновь наполняется газовой взрывчатой смесью, (причем свежая взрывчатая смесь отделена от оставшихся в стволе продуктов детонации упомянутым не реагирующим газом – для предотвращения спонтанного инициирования), происходит вбрасывание порции порошка, инициирование детонации и так далее. При каждом выстреле напыляется 1..7 мкм толщины покрытия на площади, приблизительно равной диаметру ствола (20..30 мм). Выход детонационной волны в атмосферу сопровождается интенсивной звуковой волной амплитудой 140 ДБ на расстоянии 3 метров от среза ствола. Очевидно, что природа ДН – взаимодействие с газообразными продуктами экзотермической химической реакции – близка к газопламенному напылению. Однако, в отличие от него отсутствует сильный нагрев детали, что связано с импульсным характером процесса ДН [4].

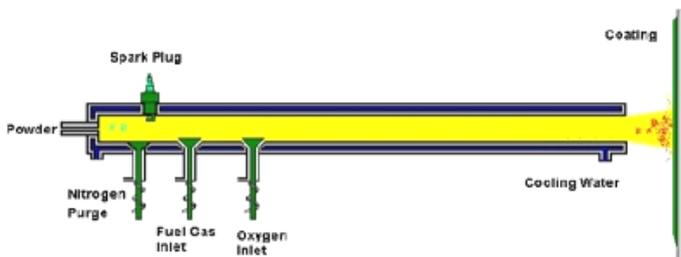


Рисунок 1 – Схема установки детонационного напыления

К преимуществам этого метода [1, 2] относят высокую прочность сцепления ($10\text{--}16 \text{ кг/мм}^2$), высокую плотность (пористость менее 1%), возможность нанесения широкого класса материалов на подложки без изменения свойств материала основы. Кроме того, из всех существующих только данный метод позволяет наносить металлокерамические твердые сплавы на основе карбидов вольфрама, хрома, титана. При этом свойства покрытий практически не отличаются от свойств аналогичных твердых сплавов, полученных методами спекания. Также к существенному преимуществу детонационного метода относится лишь незначительный нагрев напыляемого изделия по сравнению с другими методами (обычно $< 250^\circ\text{C}$). Высокие эксплуатационные свойства покрытий, получаемых методом детонационного напыления, позволяют радикально (в 5–10, а в некоторых случаях в 20–30 раз) повышать ресурс, износ- и коррозионную стойкость узлов и деталей.

Однако у данного метода есть и недостатки к которым можно отнести:

- трудность нанесения покрытий на очень твердую поверхность;
- трудность использования порошков с невысокой плотностью частиц;
- высокий уровень шума (до 130 дБ);
- повышенная стоимость оборудования.

ДП дает возможность получить прочность сцепления покрытия с материалом основы, приближающейся к прочности основного металла. Детонационный метод позволяет использовать для нанесения покрытий разнообразные материалы: металлы и сплавы, тугоплавкие соединения, окислы, композиционные материалы. Эти материалы применяются исключительно в виде порошков с размером частиц 2–150 мкм.

Следует отметить, что после ДНП, так же как и при всех остальных методах высокотемпературного нанесения покрытий, при остывании в системе «покрытие – основа» возникают внутренние напряжения, часть которых снимается за счет разрыва некоторых из этих связей и частично ослабления прочности сцепления.

При необходимости предварительной очистки или активации поверхности детали, а также для повышения прочности сцепления покрытия с подложкой производится детонационно-абразивная обработка (ДАО) поверхности под покрытие с использованием того же оборудования, что и для нанесения покрытия. Для этого в ствол подается вместо порошка наносимого материала порошок абразива. Эффективность ДАО выше традиционной дробеструйной обработки.

Знание и умение распределять наносимый материал по пятну совместно с правильно подобранной скоростью перемещения обрабатываемой поверхности позволяют равномерно покрывать большие поверхности сложной конфигурации с минимальным припуском на последующую обработку. Технология ДНП позволяет достигать шероховатости детонационных покрытий 1,6–0,8 мкм, что дает возможность не обрабатывать ее в случае, если покрытие наносится с целью защиты от механического износа, эрозии или коррозии.

Сопрягаемые поверхности деталей, в зависимости от применяемого материала, должны пройти обработку (шлифование или сверхтонкую доводку) до получения

высокой степени чистоты, которая требуется для прецизионных деталей [5].

Высокие эксплуатационные свойства детонационных покрытий обусловили широкое их применение. В настоящее время детонационные твердосплавные покрытия успешно применяются для упрочнения алмазных (рисунок 2, а) буровых долот.

Высокие прочностные и адгезионные свойства покрытий позволяют использовать детонационные покрытия для восстановления штампового инструмента, например, вырубных штампов для сепараторов подшипников качения (рисунок 2, б).

В автомобильной промышленности применение детонационных покрытий находит, в частности для восстановления и упрочнения изношенных шеек коленчатых валов (рисунок 2, в).

В машиностроении детонационные покрытия широко применяются для восстановления изношенных шпинделей (рисунок 2, г).

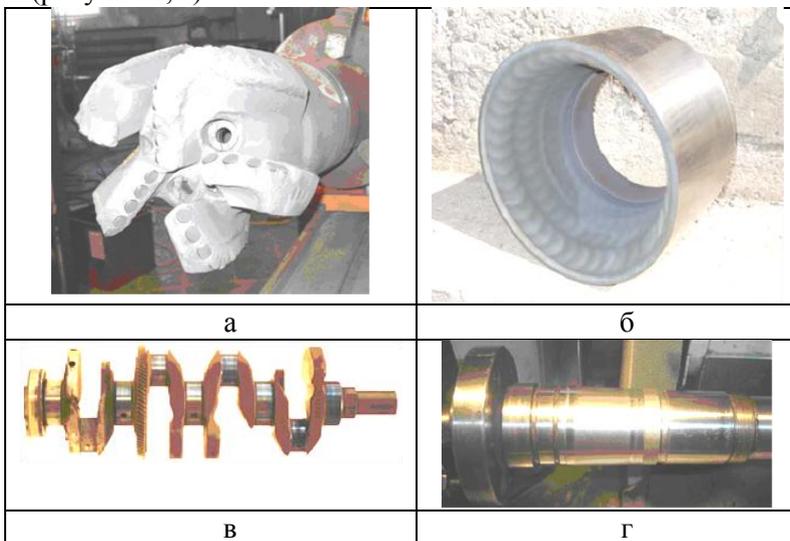


Рисунок 2 – Область применения детонационных покрытий

Отмеченные приложения далеко не исчерпывают область возможного использования детонационных покрытий. Круг обрабатываемых деталей непрерывно расширяется, а методики и оборудование для детонационного напыления непрерывно совершенствуются, открывая новые перспективы и сферы применения данной технологии [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев, А.И. Детонационное напыление покрытий / А.И. Зверев, С.Ю. Шаривкер, Е.А. Астахов. – Л.: Судостроение, 1979. – 232 с.
2. Бартнев, С.С. Детонационные покрытия в машиностроении / С.С. Бартнев, Ю.В. Федько, А.И. Григоров. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 215 с.
3. Борисов, Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов: справочник / Ю.С. Борисов [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1987. – 544 с.
4. Детонационное напыление [Электронный ресурс] / Моспромтехно. – Режим доступа: http://mospromtehnoparod.ru/history/detonatsionnoe_napilenie.html. – Дата доступа: 19.02.2010.
5. Детонационные покрытия [Электронный ресурс] /Режим доступа: <http://www.sustainable-cities-net.org.ua/newtechshow.php?id=71>
6. Детонационные покрытия [Электронный ресурс] /Режим доступа: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/fizvestia/2010/2010_1_569_575.pdf

УДК 621.793

Леонтьев А.А.

АЛМАЗОПОДОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Койда С.Г.

Алмазоподобные (DLC) покрытия представляют собой тонкие аморфные пленки на основе углерода. Микроструктура материала включает полимерную сетку (sp² фракция) и