

## НАНЕСЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ГАЗОПЛАМЕННЫМ МЕТОДОМ

М.А. Белоцерковский<sup>1</sup>, В. И. Дубкова<sup>2</sup>, И.И. Таран<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск

<sup>2</sup>Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск

*Исследованы физико-механические свойства композиционных газопламенных покрытий на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с добавлением карбида кремния. Напыление покрытий на стальные подложки проводили термораспылителем оригинальной конструкции.*

**Введение.** Газопламенный метод успешно применяется для напыления полимерных покрытий с целью защиты поверхности изделий от негативного влияния окружающей среды. К основным преимуществам этого метода относится возможность нанесения полимерных покрытий с различными теплофизическими свойствами [1].

**Разработка термораспылителя.** В работе [2] показано, что для напыления покрытий из порошковых полимеров с различными теплофизическими характеристиками необходим термораспылитель, обеспечивающий управление процессом теплообмена в системе «факел–частица полимера» плавной и точной регулировкой плотности теплового потока в пределах  $(1-3) \times 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>. В связи с этим была разработана конструкция полимерного термораспылителя «ТЕРКО-П» [3], позволяющего наносить покрытия из термопластов с температурой плавления от 360 до 650 К и производительностью до 3,0 кг/ч. Вес термораспылителя составлял 1,6 кг.



Рис. 1. Внешний вид термораспылителя

С целью снижения веса термораспылителя, а также упрощения его эксплуатации был разработан термораспылитель (рис. 1), который ориентирован на полимерные порошки, в частности СВМПЭ. Его основные элементы выполнены из алюминиевых сплавов. В разработанной конструкции использован шибберный затвор, что существенно снизило вес термораспылителя до 0,89 кг. Эргономичность расположения ручек управления и простота конструкции запорных элементов обеспечивает надежную работу и безопасность оператора.

### Технические характеристики термораспылителя:

производительность	2,5 – 3 кг/час
толщина слоя при однократном проходе	0,2 – 0,4 мм
время напыления поверхности площадью 1 м <sup>2</sup>	10 мин
расход порошка при напылении 1 м <sup>2</sup>	0,4 – 0,5 кг
прочность сцепления покрытий с основой	8,0 – 10,5 МПа
коэффициент использования материала	0,95
размер частиц полимерного порошка	40 – 300 мкм
температура плавления напыляемых порошков	90 – 400 °С
вес термораспылителя (без напыляемого материала)	0,89 кг

В данной работе использовали порошок СВМПЭ Хостален GUP 4120 (производство Германии, концерн Хёхст) и мелкодисперсный карбид кремния размером частиц до 63 мкм.

Для получения покрытий предварительно подготавливали сухие композиционные составы СВМПЭ с мелкодисперсным SiC с различным их соотношением. Смешивание компонентов проводили на лабораторной зерновой мельнице ЛЗМ. Процесс газопламенного напыления материала покрытия на стальные пластины осуществляли термораспылителем при расходах пропана и воздуха 1,15 и 23,5 м<sup>3</sup>/ч и давления 0,19 и 0,46 МПа, соответственно.

На рис. 2 приведены результаты твердости покрытий, полученных методами газопламенного напыления и горячего прессования.

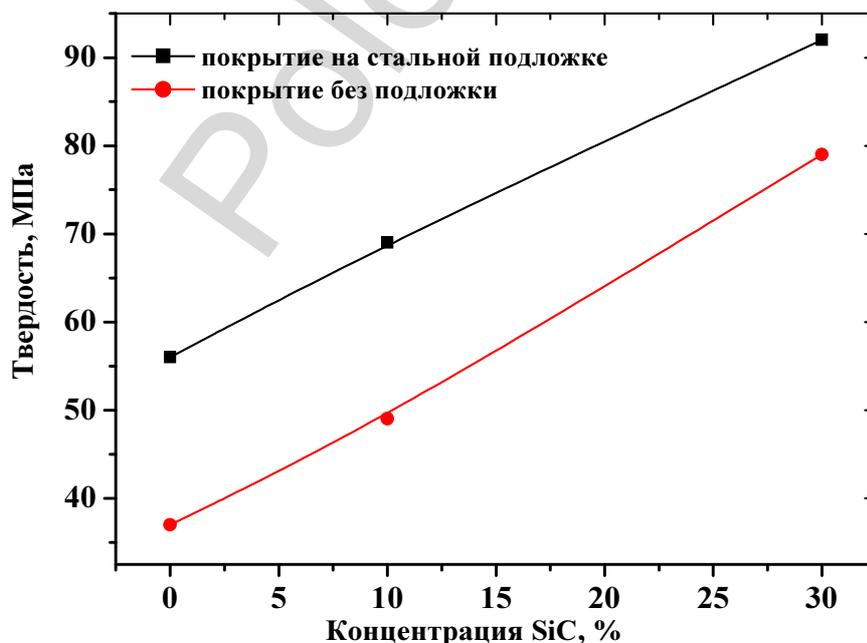


Рис. 2. Зависимость твердости композиционного покрытия от содержания карбида кремния в СВМПЭ

Из рисунка видно, что введение в полимер карбида кремния приводит к повышению твердости покрытий, прогрессирующему с увеличением степени наполнения композиции SiC. Анализ полученных данных показал, что твердость композиционной матрицы, полученной методом газопламенного напыления, выше, чем для блочных композитов, изготовленных методом компрессионного прессования: в 1,54 и 1,72 раза для СВМПЭ не-наполненного и содержащего 30 мас. %, соответственно.

Покрытия из композиции СВМПЭ с различной степенью наполнения мелкодисперсным карбидом кремния были испытаны на прочность при ударе на приборе «Константа У-2М» [4]. Результаты испытаний приведены в таблице. Видно, что с введением в полимерную матрицу мелкодисперсного карбида кремния прочность покрытия при ударе монотонно повышается до содержания наполнителя в композиции 20 мас. %, после чего резко возрастает и при наполнении СВМПЭ 40 мас. % SiC доходит до 180 см (максимально возможного значения для используемого при испытании прибора).

Таблица

Прочность при ударе покрытий из композиции на основе СВМПЭ  
и мелкодисперсного карбида кремния

Содержание SiC в покрытии, мас. %	0	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0
Прочность при ударе, см	5	5	10	20	50	180

**Заключение.** Разработан полимерный термораспылитель, отличающийся надежностью конструкции и простотой в эксплуатации. Получены композиционные покрытия СВМПЭ и мелкодисперсного карбида кремния. Показано, что введение карбида кремния приводит к значительному повышению прочности при ударе и твердости покрытия.

### Литература

1. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь [и др.]. – Минск: Бел. наука, 1998. – 583 с.
2. Анализ теплофизических процессов при газопламенном формировании полимерных покрытий / П.А. Витязь [и др.] // Вест. Полоц. гос. ун-та. Сер. С. Фундаментальные науки. – 2008. – № 3. – С. 73 – 80.
3. Белоцерковский, М.А. Активированное газопламенное напыление покрытий порошками полимеров / М.А. Белоцерковский // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – № 6. – С. 19 – 23.
4. ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 5 с.