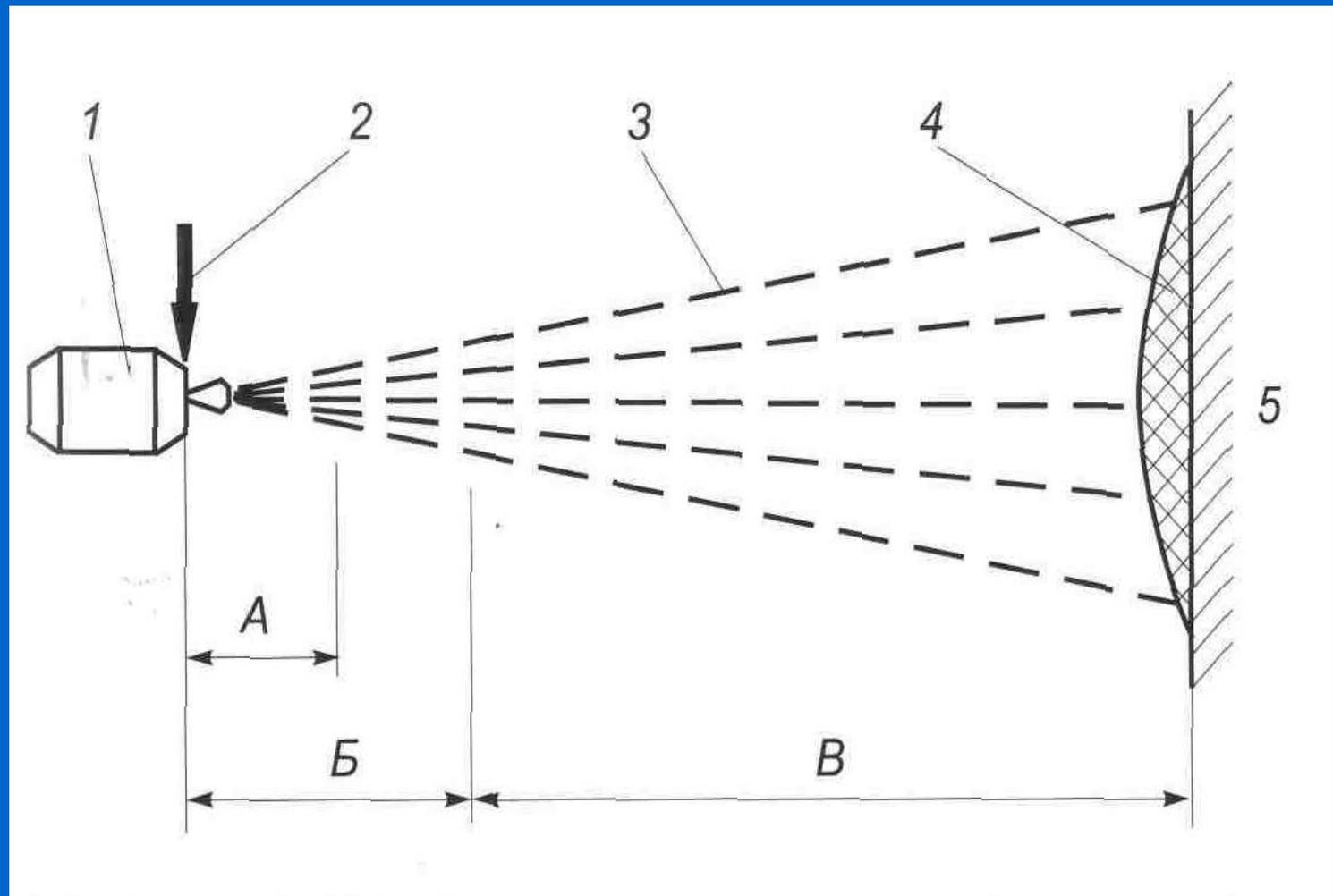


Методы газотермического напыления

Нанесение покрытий мелкодисперсными конденсированными частицами производят с помощью газотермических способов напыления, которые включают нагрев или плавление каким-либо источником теплоты напыляемого материала и его ускорение газовым потоком. На поверхность подложки напыляемый материал поступает в диспергированном состоянии в виде мелких расплавленных или пластифицированных частиц, которые ударяются об нее, деформируются и, закрепляясь, накладываются друг на друга, образуя покрытие.



Обобщенная схема ГТН:

А - зона нагрева; Б - зона ускорения частиц;

В - зона свободного движения частиц

В высокотемпературный источник нагрева напыляемый материал можно подавать в виде проволоки, прутка, шнура или порошка. В случае нанесения покрытий из материала в компактной форме он нагревается, плавится и диспергируется с нагретой поверхности конца стержня в зоне нагрева.

При напылении порошков их вводят в высокотемпературный поток, где они нагреваются в процессе движения на участке А. Частицы плавятся, испаряются, вступают в химическое взаимодействие с нагретым газом и окружающей средой. Удар о подложку и деформация частиц приводят к их охлаждению и кристаллизации. На участке Б частицы распределяются в газовом потоке и ускоряются им в соответствии с законами газодинамики. На участке В частицы направленно перемещаются к подложке и образуют на ней покрытие.

Газотермические покрытия характеризуются необычным строением как покрытия в целом, так и его отдельных элементов, поскольку они образуются из быстро кристаллизующихся частиц малого размера.

Структура покрытия - слоистая, из сильно деформированных частиц, соединенных между собой по контактными поверхностями, на которых произошло химическое взаимодействие .

Классификация методов газотермического напыления

Существующие сегодня методы газотермического напыления можно классифицировать по следующим признакам:

- **источник образования тепла:**

- электрическая дуга или процесс горения топливных газов

- **вид распыляемого материала:**

- порошок, проволока (в том числе стержни и шнуры)

- **скорости распыляемых частиц**

- **среда, в которой происходит процесс нанесения покрытия:**

- воздух, контролируемая атмосфера или низкий вакуум

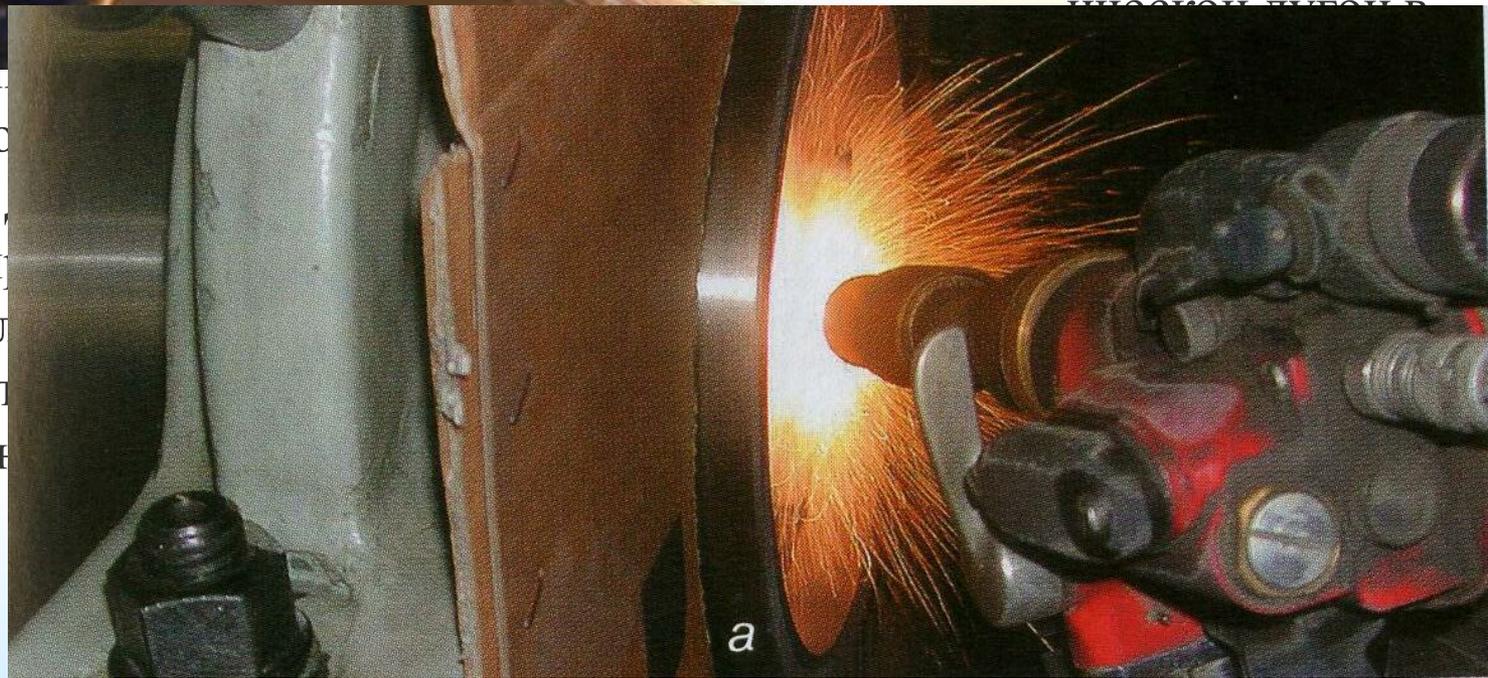
Газотермическое напыление





!

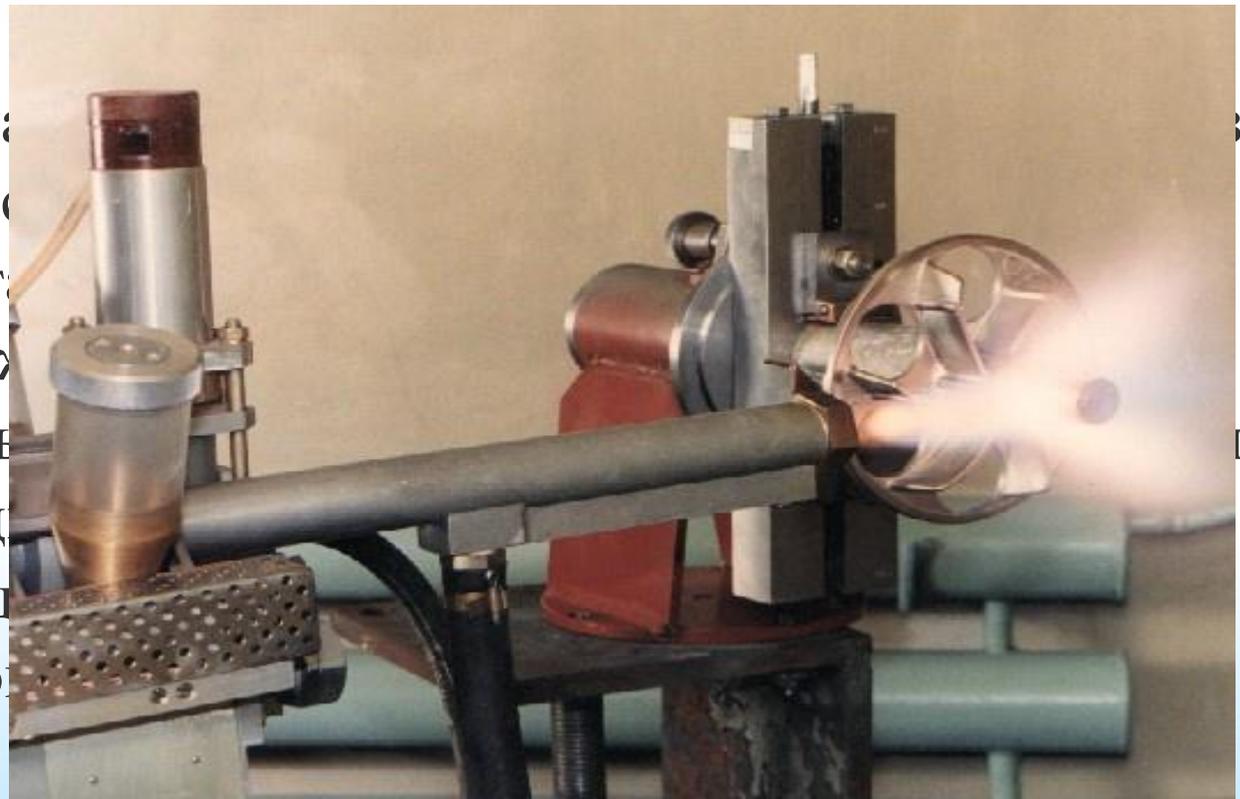
распылителе сходя
затем газовым пото
металлопокрытие.
поверхности, как п
применяется напыл
цинкования. Может
мостов, металлокон



информацией

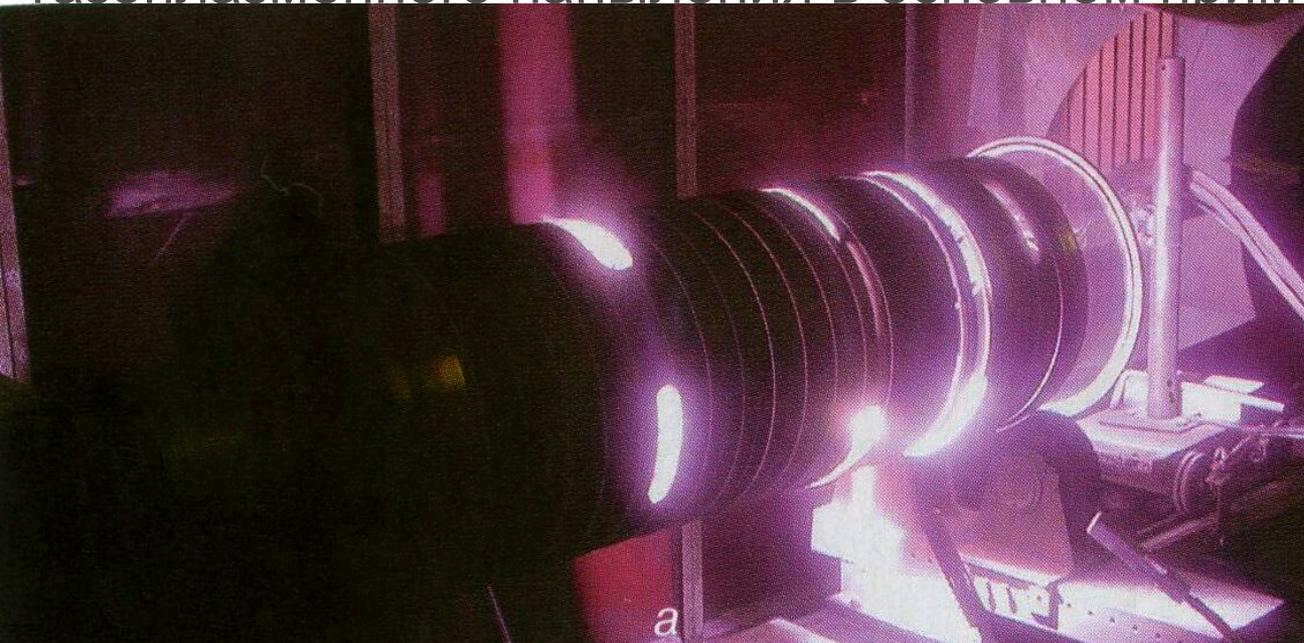
Детонационно-газовый метод напыления

Детонационно-газовый метод напыления — это один из видов газотермического напыления, при котором энергия горючих газов преобразуется в энергию детонации, а также используется кислородом, а также кислородом. Детонационно-газовый метод напыления — это один из видов газотермического напыления, при котором энергия горючих газов преобразуется в энергию детонации, а также используется кислородом, а также кислородом. Детонационно-газовый метод напыления — это один из видов газотермического напыления, при котором энергия горючих газов преобразуется в энергию детонации, а также используется кислородом, а также кислородом.



Плазменное напыление

Технология плазменного или, как его иногда называют, газоплазменного напыления в основном применяется для создания комбарьерных, защитных покрытий. Часто используются покрытия, сочетающие свойства керамики и электричества. Эта технология используется в вакуумных технологиях для изготовления деталей для двигателей газотурбинных двигателей. Также используется для напыления в атомной энергетике.

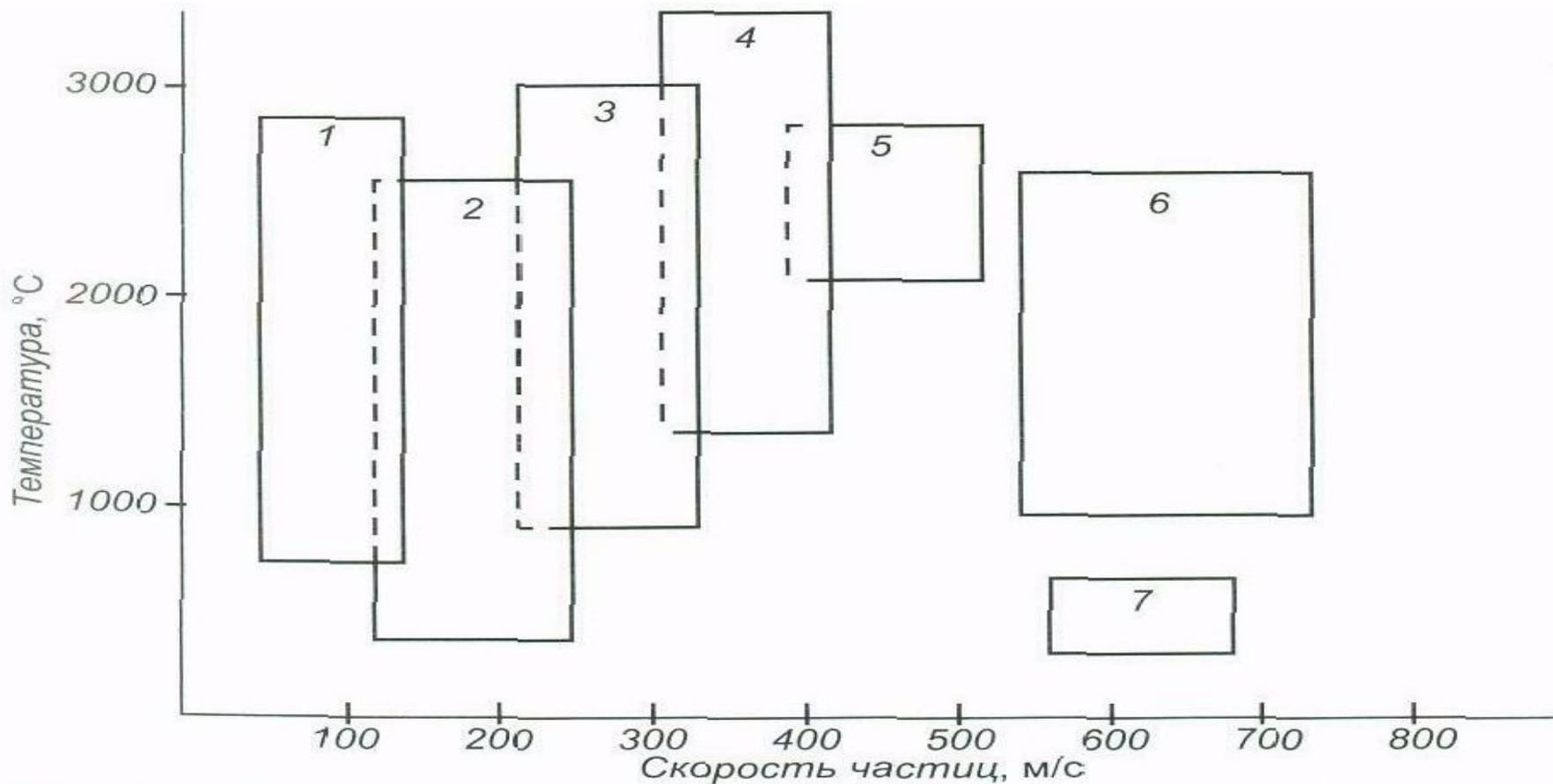


Методы газотермического напыления характеризуются широтой технологических возможностей:

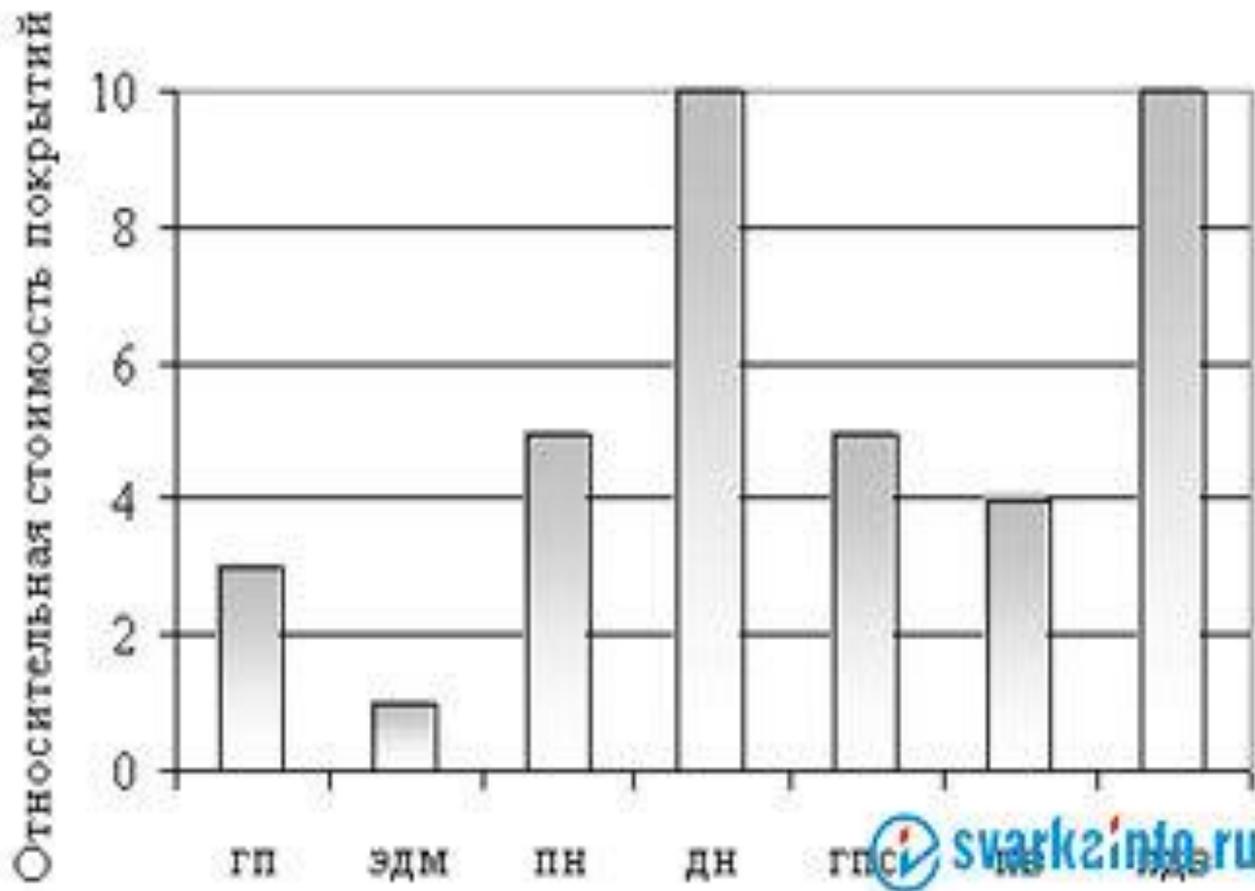
- защитные покрытия можно наносить на объекты любых размеров: мосты, суда, трубопроводы, строительные конструкции, котлы, коленчатые валы, лопадки турбин и др.;
- толщина покрытия может составлять от 0,01 до 10 и более мм; покрытия могут иметь заданную пористость (от 0 до 30 и более процентов);
- защитные покрытия могут быть изготовлены из любых материалов, имеющих точку плавления или интервал размягчения;
- в качестве подложки можно использовать дерево, стекло, пластмассы, керамику, композиционные материалы, металлы;
- нанесение защитных покрытий может производиться в широком диапазоне состава покрытия, температуры и давления - в низком вакууме в специальной камере с контролируемой инертной атмосферой, в воздухе при нормальных условиях, под водой;
- нанесение металлических и керамических покрытий не вызывает значительного нагрева напыляемой поверхности, следовательно, обеспечивается сохранение геометрических размеров деталей.

Основные коммерчески значимые методы газотермического напыления и их характеристики

Методы напыления	Применяемые материалы	Источник образования тепла (рабочие газы)	Адгезия, МПа	Пористость, %
"Электродуговая металлизация	Проволоки сплошного сечения и композиты	Электрическая дуга (воздух или другие газы)	20. ..50	5. ..2.5
Газопламенное напыление	Порошки и проволоки, шнуровые и стержневые материалы	Горение газообразных углеводородов в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	20. ..50	3...15
Плазменное напыление	Порошки и проволоки	Прямая или косвенная электрическая дуга (ионизированный газ)	30. ..60	0,5. ..10
Высокоскоростные методы напыления	Порошки	Горение углеводородов (в том числе жидких) или водорода в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	45. ..80 и более	0,1. ..2



Основные методы газотермического напыления в координатах температура - скорость (характеристики для материалов, напыляемых из порошка, даны для частиц размером 20 - 45 мкм): 1 - электродуговая металлизация (в том числе combustion- arc); 2 - газопламенное напыление; 3 - плазменное напыление на воздухе; 4 - плазменное напыление в динамическом вакууме; 5 высокоскоростные методы напыления HVOF (Jet Kote; DJ-1000 ; Top Gun Gas); 6 - высокоскоростное напыление под высоким давлением (HP HVOF); 7- газодинамическое напыление



Относительная стоимость покрытий, получаемых различными способами газотермического напыления