

ПЛАЗМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Н.Ф.Лобанов, Г.Н.Разина

Новомосковский институт РХТУ (НИ РХТУ)

*301670, Тульская обл., г.Новомосковск, ул.Дружбы, д.8 Fax8-087-62-4-79-80
Российский химико-технологический университет им.Д.И.Менделеева (РХТУ)
125047, ГСП, Москва, А-47, Миусская пл., д.9 htum@muctr.edu.ru*

При долговременной коррозионной защите значительных по габаритам поверхностей, выполненных из конструкционных сталей, возникает целый ряд требований и ограничений к газотермическому покрытию (ГТП) как элементу противокоррозионной защиты, особенно с учетом обязательной финишной операции – ликвидации открытой пористости /1/. Одновременно обостряется проблема надежного воспроизведения высоких адгезионно-механических параметров ГТП, присущих хорошо отработанным технологиям газотермического упрочнения и восстановления локально-изнашиваемых поверхностей малогабаритных деталей (шейки валов, плунжера, фрикционные фланцы и т.п.) /2/. Высокая удельная себестоимость ГТП, как элемента противокоррозионной защиты, значительно ужесточает экономические требования ко всем стадиям создания покрытия: от выбора материала и установки напыления до оптимизации технологических параметров процесса.

Напыляемый материал для ГТП выбирается на основе эксплуатационных требований к покрытию с учетом финишной обработки по ликвидации открытой пористости. Из номенклатуры выпускаемых для ГТП порошков и гибких шнуров для целей противокоррозионной защиты наиболее подходят:

- а) самофлюсующиеся никель-хромовые сплавы;
- б) сплавы на основе никель-алюминия, никель-титана и титан-алюминия;
- в) композиционные терморегулирующие композиции на основе никель-алюминия;
- г) коррозионностойкие стали и сплавы;
- д) механические смеси коррозионностойких материалов (металлы, карбиды, оксиды, сплавы);
- е) чистые металлы (химически инертные, типа Ni, Cr, Ti или обладающие протекторными свойствами к углеродистой стали, типа Zn, Al);
- ж) Порошковые полимеры.

Ликвидация открытой пористости ГТП достигается оплавлением (самофлюсующиеся сплавы, термопласты) или нанесением лакокрасочных или полимерных композиций, застывающих в сквозных порах и шероховатостях ГТП.

Противокоррозионная защита оплавленными материалами накладывает ограничения на габариты, массу и конструкцию защищаемого изделия. При поверхностном разогреве габариты изделия ограничиваются мощностью оплавляющих горелок, а при объемном разогреве в печи - рабочими размерами последней.

Стандартные установки нанесения ГТП предусматривают максимальное время контакта напыляемого материала с газом-энергоносителем, что обеспечивается вводом материала в канал распылителя. Для получения непроницаемых коррозионно-стойких покрытий по произвольному газотермическому подслою необходима комбинация последнего с полимерной или лакокрасочной составляющей. При этом схема процесса усложняется из-за ввода на второй стадии газотермического напыления дополнительного материала /3/ на некоторой дистанции (L^*) от среза распылителя (дозатор 3, рис. 1).

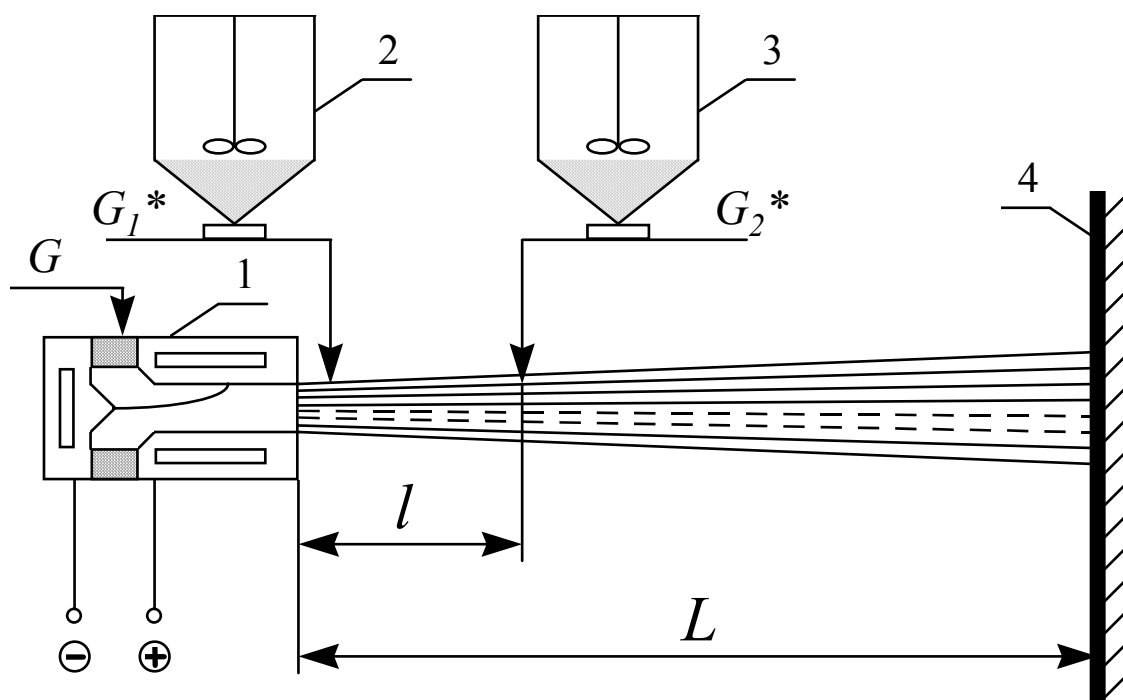


Рис.1 Принципиальная схема напыления подслоя с искусственной пористостью: 1. плазматрон-распылитель; 2. дозатор основной; 3. дозатор дополнительный; 4. основа.

В комбинированном металлизационно-полимерном покрытии высокие адгезионно-механические характеристики газотермического подслоя дополняются непроницаемостью и химической стойкостью полимерной части. Адгезионная прочность полимера, как правило, определяется параметрами шероховатости газотермического подслоя. При частичной полимеризации защитного полимера в открытых порах и микропустотах, особенно с сужением на входе, адгезионная прочность полимера приближается к когезионной из-за механического защемления затвердевающего материала.

Для управления микрорельефом поверхности газотермического подслоя с образованием искусственной пористости, соответствующей реологическим характеристикам полимерной пропитки, в двухфазный газотермический поток и вводится материал-порообразователь из дополнительного дозатора.

Материал-порообразователь (обычно соли слабых кислот) удаляется из верхнего слоя ГТП на стадии финишной обработки (термическое разложение или вымывание). Как показали исследования, совместное напыление смеси конструкционного материала (металл или оксид металла) и соли через основной дозатор не дает стабильных результатов по двум причинам:

- а) из-за гравитационного расслоения смеси существенно разнородных материалов в емкости дозатора;
- б) из-за существенного терморазложения порообразователя при подаче его на срез распылителя.

Обработка схемы отдельного напыления двух компонентов (рис. 1.) проводилась при дистанции напыления $L = 120-130$ мм на подготовленную подложку с первоначальным адгезионным слоем (без порообразователя).

При удельной энтальпии аргоно-азотной смеси на срезе модифицированного плазматрона ПП-25 (установка УПУ-3Д) порядка 5400-5800 кДж/кг напылялся порошок - интерметаллид ПН 70Ю30 (фракция 80-120 мкм) с коэффициентом использования материала порядка 65-70 %. При этом адгезионный подслоя имел максимальные показатели сцепления с основой (66-72 МПа на сдвиг).

Определение координаты ввода порообразователя целесообразно начать с сечения, имеющего температуру газа на уровне удвоенной термостойкости порообразователя.

Экспериментальная обработка оптимальной дистанции ввода порообразователя осуществлялась с помощью механического координатника через керамический зонд в светящийся факел потока (вдоль границы). В качестве критерия эффективности процесса нагрева модельного порообразователя (хлористый натрий фракции ниже 120 мкм) был выбран коэффициент сохранения материала (КСМ) при улавливании соли в горизонтальную водяную ловушку. Как видно (рис. 2.) стабильный уровень КСМ около 80 % (при указанных ранее условиях) сохраняется при дистанции ввода $l = 20-60$ мм.

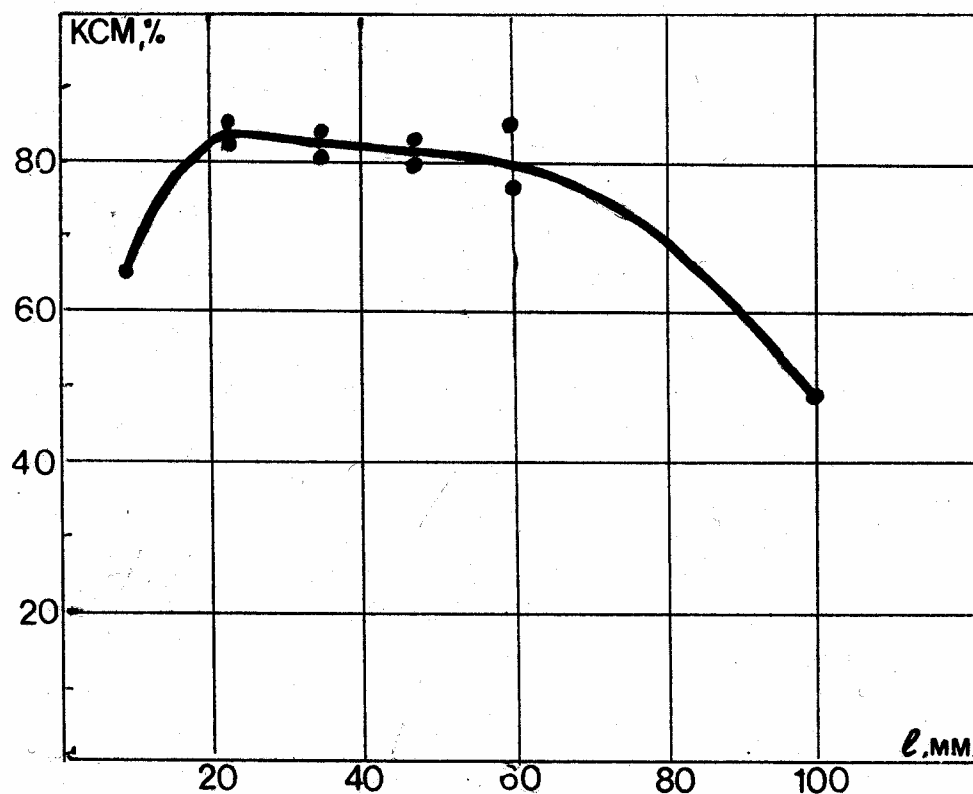


Рис. 2. Коэффициент сохранения материала-порообразователя (КСМ) в зависимости от координаты ввода (l , рис.1.)

При экспериментальной отработке процесса формирования подслоя при стабилизации уровня электрической мощности расхода и состава материальных потоков и дистанций была показана реальная возможность получения открытой пористости в диапазоне 15÷55 %. Для этого применялся метод химического вымывания соли водным раствором с ингибиторами коррозии (при 60°C в течение 30 мин). Максимально открытая пористость была зафиксирована при объемном отношении конструкционный порошок - порообразователь 1:1,2.

Полимерный материал (3, рис. 3.), заполняющий поры и пустоты газотермического подслоя, должен отвечать следующим условиям:

- а) химической стойкостью к рабочей среде после полимеризации;
- б) достаточной текучестью при заполнении пор;
- в) необходимым сцеплением с газотермическим подслоем.

Механическую прочность комбинированного противокоррозионного покрытия (к контактно-изнашивающим нагрузкам) обеспечивает газотермический подслей (2, рис. 3.).

Полимерная часть покрытия наносится традиционными для выбранного состава методами с последующей сушкой (для лакокрасочных материалов и ряда полимерных композиций) или термообработкой и оплавлением порошковых полимеров.

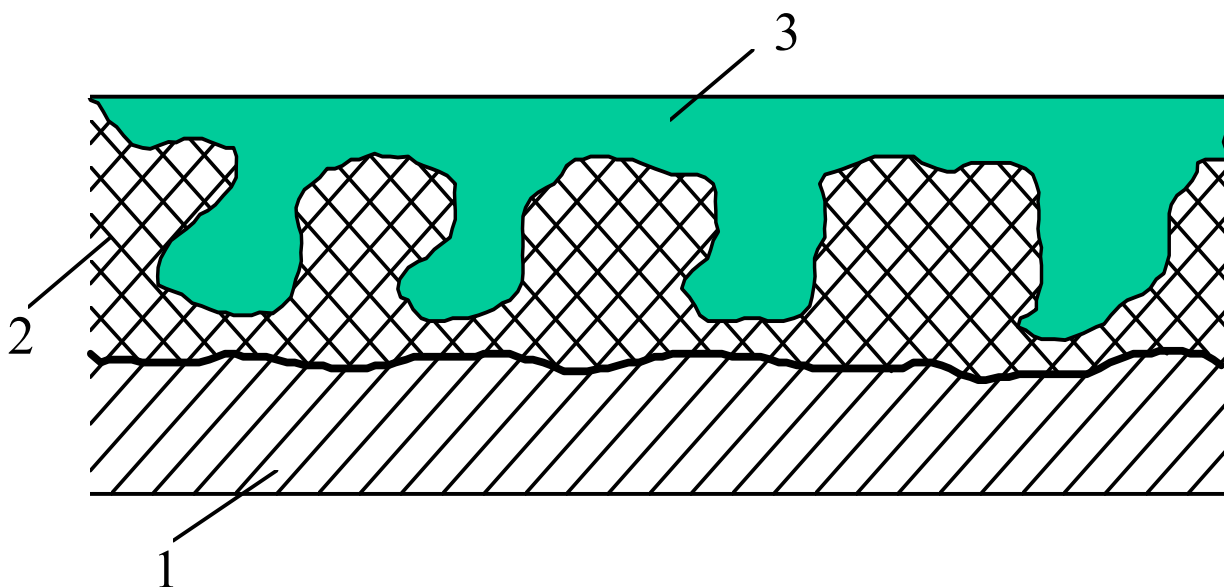


Рис.3 Характерная структура искусственно сформированного подслоя под эпоксидную смолу (1. основа; 2. подслой; 3. полимер.)

Как показали комплексные испытания комбинированных покрытий из пентопласта с искусственным защемлением полимера в газотермическом подслое из никель-алюминиевого сплава, указанное комбинированное покрытие особенно устойчиво в диффузионно-активных средах (модель – кипящая дистиллированная вода), вызывающих быстрое отслоение химически инертных полимерных пленок при открытых "торцах" покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанов Н.Ф., Козлов А.А., Герман М.Ф. *Современные тенденции в области формирования газотермических покрытий.* // *Химическая промышленность.* 6.1991.
2. Кудриков В.В., Иванов В.М. *Нанесение плазмой тугоплавких покрытий.* М., Машиностроение. 1981.
3. Лобанов Н.Ф. *Металло-полимерное покрытие с повышенной адгезионной прочностью.* // Сб. "Инженерная механика, материаловедение и надежность оборудования". вып. № 2. Новомосковск. 1998.