Journal of International Scientific Publications:
Materials, Methods & Technologies, Volume 7, Part 3
ISSN 1313-2539, Published at: http://www.scientific-publications.net

TECHNOLOGY APPLICATION OF POLYMER POWDER COATINGS SPECIAL ELECTROSTATIC METHODS

Nazira Ya. Galimova[1], Engel R. Galimov[1],
[1]Kazan State Technical University. AN Tupolev, 420111, Kazan, Russian Federation
E-mail: material@material.kstu-kai.ru

Abstract

The technological processes for the production of coatings for special purposes, and a set of equipment for polymer powder compositions and electro-thermal gas electrostatics methods for metallic and non-metallic materials in stationary and non-stationary conditions. Determined and optimized design and operational parameters affecting the efficiency of the production of coatings with guaranteed quality

Key words: *Powder coatings, metallic and non-metallic materials, application methods, technology, equipment and operational parameters.*

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейший прогресс в современной технике неразрывно связан с совершенствованием традиционных, разработкой и внедрением новых материалов, покрытий и технологий, обеспечивающих необходимые технические свойства, а также надежность и долговечность изделий. Среди большого разнообразия покрытий особое место по перспективности применения занимают покрытия на основе полимерных порошковых композиций (ППК), которые отвечают современной тенденции развития [1 - 4].

Во всех промышленно развитых странах наблюдается стремительный рост объемов производства и применения полимерных порошковых композиций и покрытий на их основе. В настоящее время на долю технологий получения порошковых покрытий различного назначения приходится до 20 % всех окрашиваемых изделий и конструкций. Покрытия на основе полимерных порошковых композиций представляют технико-экономическую альтернативу многим видам покрытий, в том числе покрытиям на основе жидких лакокрасочных материалов, гальваническим и т.п.

Технологические процессы получения порошковых покрытий характеризуются следующими преимуществами: высокий коэффициент использования ППК (до 98 %); резкое сокращение технологического цикла нанесения и формирования покрытий, что позволяет повысить производительность труда; получение однослойных покрытий с высокими свойствами; резкое сокращение материальных и энергетических затрат, а также производственных площадей; отсутствие в составе порошковых композиций растворителей, приводящее к улучшению экологической ситуации и снижению пожаро - и взрывоопасности окрасочных производств; длительное хранение и удобная их транспортировка.

Технико-экономическая эффективность применения полимерных порошковых покрытий на 30 – 40 % выше покрытий на основе жидких лакокрасочных и в 2 – 4 раза гальванических покрытий. Основными потребителями порошковых покрытий являются машиностроение, химическая промышленность, энергетика и многие другие отрасли промышленности.

ISSN 1313-2539, Published at: http://www.scientific-publications.net

Одним из перспективных направлений в технологии нанесения лакокрасочных материалов является разработка способов получения покрытий различного функционального назначения на основе полимерных порошковых композиций в нестационарных условиях, когда традиционные технологии с использованием стационарных сушильных установок непригодны. Для практической реализации порошковой технологии нанесения покрытий в нестационарных условиях на поверхности различных по природе материалов и изделий на их основе (металлы, керамика, силикатные материалы и т.д.) в данной работе разработан электростатико-термогазодинамический способ, основанный на совмещении электростатического и газопламенного методов.

Как правило, производственная линия для получения порошковых покрытий состоит из трех основных участков: подготовки поверхности, нанесения ППК и формирования покрытий. Из большого разнообразия различных способов получения покрытий на основе ППК наиболее распространенным процессом является способ, основанный на нанесении электростатически заряженных частиц ППК, распыляемых специальным пневматическим распылительным устройством и удерживаемой на поверхности заземленного изделия силой электростатического притяжения и за счет частичного оплавления ППК.

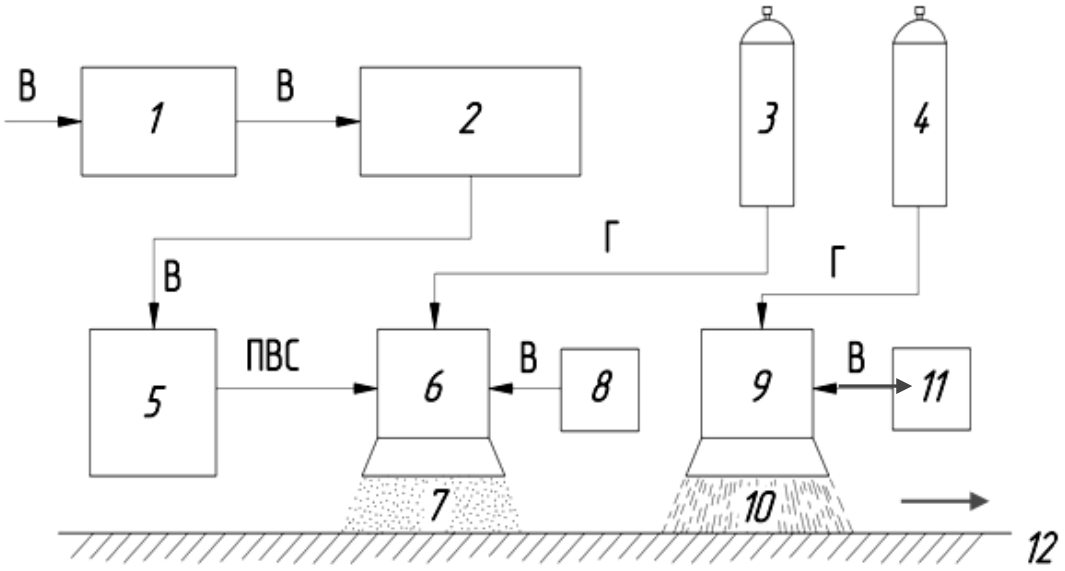

Fig. 1. Схема установки для нанесения и формирования порошковых покрытий: 1 – блок подготовки воздуха; 2 – пневмопанель; 3 и 4 – газовые баллоны; 5 – устройство для подачи ППК; 6 – термогазогенератор для нанесения ПВС; 7 – факел заряженных частиц ППК; 8 – вентилятор; 9 – термогазогенератор; 10 - горячий поток продуктов сгорания для предварительного нагрева окрашиваемой поверхности; 11 – вентилятор; 12 – окрашиваемая поверхность. Стрелкой показано направление движения установки.

Оборудование должно отвечать следующим требованиям: приемлемым уровнем цен для потребителей; высокой производительностью и надежностью; максимальным использованием

ISSN 1313-2539, Published at: http://www.scientific-publications.net

ППК за счет разработки высокоэффективных систем рекуперации; высокой технико-экономической эффективностью; возможностью нанесения порошковых покрытий на различные по природе материалы, а также быстрой смены цвета порошка; простотой эксплуатации и технического обслуживания.

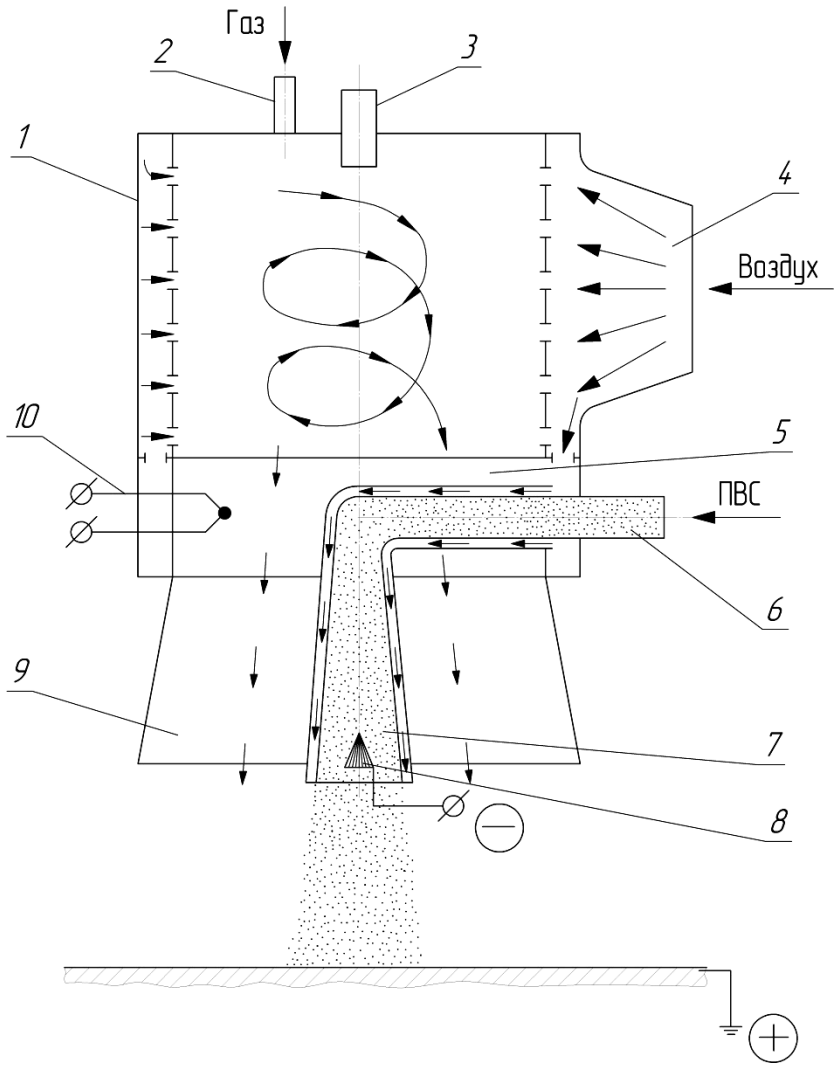

Fig. 2. Схема термогазогенератора для нанесения ППК:

1 – камера сгорания; 2 – канал подачи газа; 3 – электросвеча для зажигания газа; 4 – канал подачи сжатого воздуха; 5 – технологический отсек; 6 – канал подачи ПВС; 7 – сопло для подачи заряженных частиц ППК; 8 – электроды высокого напряжения; 9 - формирующее сопло термогазогенератора; 10 – термопара.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ.

Комплекс специализированного оборудования для нанесения порошковых покрытий состоит из устройства для подачи ППК с пневматической панелью управления, блока подготовки и подачи

сжатого воздуха, системы подачи газа с контрольно-регулирующей аппаратурой, двух термогазогенераторов (ТГГ), размещенных на передвигаемой автономной технике. Для возможности регулирования расстояния двумя ТГГ они размещены на специальной каретке.

Принципиальная схема мобильной установки для нанесения полимерных порошковых покрытий показана на fig. 1.

Первый ТГГ создает предварительный нагрев окрашиваемой поверхности до необходимой температуры, а второй - обеспечивает подачу заряженной порошково-воздушной смеси (ПВС) на окрашиваемую поверхность для окончательного формирования покрытия в течении короткого времени (за несколько секунд), при котором протекают сложные физико-химические превращения ППК: оплавление, растекание, слияние частиц и пленкообразование (fig. 2.).

В камеры сгорания обоих ТГГ через каналы подводится горючий газ (пропан) из газового баллона, давление которого регулируется редуктором. Воздух к ТГГ под определенным давлением подводится через боковое отверстие с помощью вентилятора и при этом в камере сгорания создается вихревой поток разной интенсивности по сечению.

Давление подаваемого воздуха регулируется путем увеличения оборотов электродвигателя вентилятора и устанавливается с учетом необходимости обеспечения устойчивого газо-воздушного потока в ТГГ. Расход воздуха меняется в пределах от 5 до 12 $м^3$/ч. Внутренние слои вихревого подтока воздуха захватывают струю горючего газа и, перемешиваясь с ним, создают вращающийся поток горючей газо-воздушной смеси. Регулированием подачи воздуха обеспечивается охлаждение рубашки ТГГ, технологического отсека и подающего сопла порошково-воздушной смеси. Контроль температуры осуществляется с помощью термопар, встроенных в технологический отсек. Температура горячего потока изменяется в пределах 350-700°C за счет регулирования подачи горючего газа и воздуха. Стабилизация температуры горячего потока осуществляется в технологическом отсеке ТГГ. Для поджигания горючей смеси используется блок искрового зажигания, позволяющий получать высоковольтные импульсы с помощью искровой свечи зажигания. При зажигании газо-воздушная смесь горит в форме цилиндрической спирали и по мере увеличения расхода воздуха горящий поток смеси обжимается и отрывается от внутренней стенки камеры сгорания. Регулирование расхода воздуха происходит за счет изменения оборотов электродвигателей вентиляторов. Стабилизация температуры газового потока и полное сгорание горючей смеси осуществляется в технологическом отсеке камеры, откуда продукты сгорания через сопло подаются на окрашиваемую поверхность для ее предварительного нагрева. На срез сопла второго термогазогенератора через спиральный канал дополнительно подается порошково-воздушная смесь, при этом происходит нагревание и электрическая зарядка частиц ППК напряжением 30–70 кВ. Катод представляет собой набор игл, установленных на срезе сопла подачи ПВС, а анод – заземленную подложку, на которую наносится покрытие. Для создания электростатического поля предусмотрена система генерации высокого напряжения, включающая блок питания, генератор и умножитель напряжения. Электрическая аппаратура питается от внешнего источника тока напряжением 24 В, которое подводится через специальную колодку питания. При одновременном воздействии электрического поля высокого напряжения и горячего газового потока формируется факел ПВС и при этом заряженные частицы ППК равномерно осаждаются на поверхность заземленной окрашиваемой поверхности с последующим пленкообразованием покрытия.

В отличие от стационарного оборудования, где процесс формирования покрытий на поверхности изделий в зависимости от типа ППК происходит в интервале температур 70–200°C в течение 10–15 минут, разработанный комплекс позволяет получать покрытия на

поверхностях различных материалов и изделий в нестационарных условиях, не помещая их в сушильные камеры.

Для оптимизации режимных параметров технологического процесса нанесения покрытий проведены комплексные испытания опытного устройства на специально разработанном стенде.

Для получения покрытий специального назначения в работе использовались выпускаемые промышленностью термореактивные порошковые композиции на основе эпоксидных, полиэфирных и эпокси-полиэфирных связующих широкой цветовой гаммы.

Основными параметрами, определяющими эффективность нанесения ППК и качество покрытий являются: коэффициент осаждения (K_o) порошковой композиции на окрашиваемую поверхность, плотность потока (ρ) порошковой композиции, расход (Q) ППК, напряжение (U) на электродах и расстояние (l) между соплом ТГГ и подложкой.

Интервалы изменения режимных параметров нанесения покрытий были выбраны в следующих пределах: расход ППК от 4 до 20 кг/час, напряжение на электродах от 30 до 70 кВ, плотность потока от 3 до 8 кг/ч·м^2, скорость подачи ПВС от 5·10^3 до 15·^{3} м/ч, расстояние между соплом ТГГ и подложкой от 0,025 до 0,150 м.

Коэффициент осаждения определяли как отношение количества осевшей на подложку ППК к распыленному за единицу времени:

$$K_0 = \frac{m}{Q \cdot t}, \quad (1)$$

где m – масса порошка, осевшего на подложку, кг; Q – массовый расход ППК, кг/ч; t - время нанесения, ч.

На основании экспериментальных исследований установлено, что в зависимости от объема камеры сгорания ТГГ, т.е. от геометрических размеров, меняется допустимая удельная и объемная нагрузка, превышение которой приводит к снижению производительности и эффективности нанесения ППК. Поэтому, предельный режим мощности пламени был ограничен тепловой удельной напряженностью, равной 40·10^{6}ккал·м^2/ч. Изменение теплонапряженности потока производилась путем повышения давления горючего газа на входе в горелку, расход которого меняли в пределах от 180 до 300 л/ч.

Производительность процесса нанесения ППК определяли по выражению:

$$G = \frac{\rho \cdot S \cdot 3600}{P_{уд}}, \quad (2)$$

где ρ - плотность потока, оцениваемая количеством ППК, нанесенного на единицу поверхности в единицу времени, кг/ ч·м^2; S – площадь образца, м^2, $P_{уд}$ - удельная норма расхода ППК для получения заданной толщины покрытия, кг/м^2.

ISSN 1313-2539, Published at: http://www.scientific-publications.net

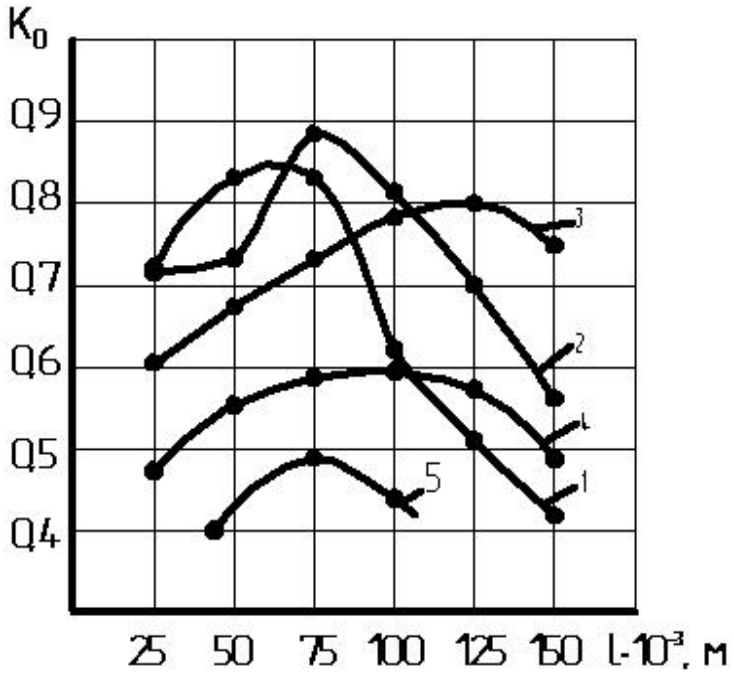

Fig. 3. Зависимость коэффициента осаждения ППК от расстояния между соплом и подложкой: 1 – Q = 4кг/ч, *U* = 30 кВ; 2 – Q = 4кг/ч, *U* = 40 кВ; 3 – Q = 4кг/ч, *U* = 60 кВ; 4 – Q = 10кг/ч, *U* = 60 кВ; 5 – Q = 20кг/ч, *U* = 70 кВ;

На fig. 3. приведены данные по изменению величины K_o от расстояния между соплом ТГГ и окрашиваемой поверхностью.

Видно что, по мере увеличения расстояния при выбранных режимах нанесения наблюдается экстремальный характер изменения величины K_0. Причем максимальный эффект осаждения проявляется при расходе порошка от 4 до 10 кг/ч в интервалах изменения напряжения от 30 до 60 кВ и расстояния от 0,050 до 0,125 м. (кривые 1, 2 и 3), а с повышением расхода порошка и напряжения коэффициент осаждения заметно уменьшается (кривые 4 и 5).

Полученные данные объясняются тем, что при расстояниях меньших 0,050 м в процессе нанесения ППК возможно проявление двух эффектов. Первый эффект связан с уносом порошковых частиц с окрашиваемой поверхности горячим потоком порошково-воздушной смеси, а второй – образованием известного явления «обратная ионизация». Оба эффекта приводят к нарушению однородности напыляемой порошковой композиции и образованию «кратеров». При расстояниях, превышающих 0,125 м, эффективность осаждения снижается вследствие уменьшения напряженности поля. Выше изложенное подтверждается данными, полученными при изучении изменения плотности потока порошковой композиции от расстояния до подложки. Из представленных на fig. 4. видно, что кривые изменения плотности потока ППК имеют экстремальный характер, причем экстремумы в виде максимумов при всех режимах нанесения проявляются в интервале изменения расстояния от 0,050 до 0,125 м.

ISSN 1313-2539, Published at: http://www.scientific-publications.net

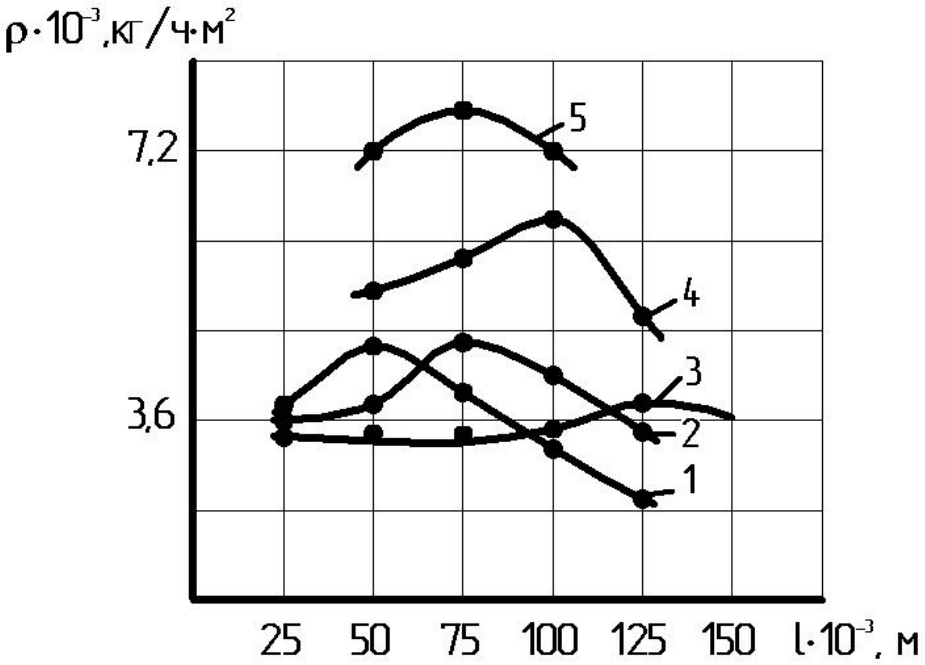

Fig. 4. Изменение плотности потока ППК от расстояния между соплом и подложкой при различных режимах нанесения: 1 – Q = 4кг/ч, *U* = 30 кВ; 2 – Q = 4кг/ч, *U* = 40 кВ; 3 – Q = 4кг/ч, *U* = 60 кВ; 4 – Q = 10кг/ч, *U* = 60 кВ; 5 – Q = 20кг/ч, *U* = 70 кВ.

ВЫВОДЫ

Таким образом, комплексные исследования позволили сделать заключение, что для эффективного нанесения сплошных порошковых покрытий толщиной 100-200 мкм с гарантированным качеством необходимо учитывать ряд параметров. Максимальная эффективность осаждения ППК обеспечивается при изменении плотности потока ППК от 3,5 до 8,0 кг/ч·м^2, расходе ППК от 4 до 10 кг/ч, напряжении электрического поля от 30 до 60 кВ и расстояния между соплом ТГГ и подложкой от 0,050 до 0,125 м.

Основными преимуществами разработанного способа нанесения порошковых покрытий являются: высокая мобильность установки, возможность получения покрытий с гарантированным качеством на крупногабаритных изделиях в нестационарных условиях; снижение расхода ППК на 20-30%; короткий технологический цикл и высокая производительность процесса напыления покрытий. Установка предназначена для нанесения информационной разметки на взлетно-посадочных площадках, автомагистралях, улицах, автомобильных стоянках, цехах промышленных предприятий, а также для нанесения покрытий на крупногабаритные металлические конструкции в нестационарных условиях.

REFERENCES

1. Яковлев А.Д. Порошковые краски. Л.; Химия, 1987г. - 216 с.

2. Зверев Э.В., Галимов Э.Р., Тукбаев Э.Е., Галимова Н.Я. Технология нанесения полимерных порошковых покрытий специального назначения. Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, Казань, 2010г., №2. - С. 34-36.

3. Зверев Э.В., Воронцов С.А., Тукбаев Э.Е., Галимов Э.Р. Композиционные порошковые покрытия специального назначения. Сварщик, технологии, производство, сервис. Киев, 2006г., № 1. - С. 7-11.

4. Разработка перспективных технологий нанесения порошковых покрытий специального назначения. Материалы XI Международной НТК Машиностроение и техносфера XXI века. Донецк, 2004г. - С. 123-124.