

ПРОМЫШЛЕННАЯ ОКРАСКА  
INDUSTRIAL COATINGS



А.Д. ЯКОВЛЕВ,  
д.т.н., профессор

А.В. ИЛЬНЫХ,  
к.т.н. (ЗАО «ЭКОЛОН ПК»)

# ПОГОВОРИМ О ПОРОШКОВЫХ КРАСКАХ

ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ БЫСТРО НАШЛИ ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СТИМУЛИРУЮЩИМИ ФАКТОРАМИ СТАЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ (ОТСУТСТВИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ, БЛАГОДАРЯ ЧЕМУ НЕ ЗАГРЯЗНЯЕТСЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА), ЭКОНОМИЧЕСКИЕ (В ОСНОВНОМ ОДНОСЛОЙНОЕ НАНЕСЕНИЕ, БЫСТРОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ, ПОЧТИ ПОЛНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ КРАСОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И НАНЕСЕНИИ), ВЫСОКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧАЕМЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ НАДЕЖНОСТЬ.

**Историческая справка**

Порошковые краски появились на рынке на рубеже 1960–1970-х годов. Самые ранние зарубежные и отечественные публикации по ним относятся к 1952–1953 годам. Первое производство в ведущих странах мира (США и Западной Европе) было организовано в 1960–1962 годах, в России – несколько позднее. В последнем случае оно затормозилось по вине руководства лакокрасочной промышленности – «Союз-краски» МХП СССР. Там решили, что порошковые краски, в отличие от жидких, должны изготавливаться не на лакокрасочных заводах, а на

шими факторами стали экологические соображения (отсутствие растворителей, благодаря чему не загрязняется окружающая среда), экономические (в основном однослойное нанесение, быстрое формирование покрытий, почти полная утилизация отходов красок при производстве и нанесении), высокие эксплуатационные характеристики получаемых покрытий и их надежность.

Развитие производства порошковых красок в прошедшие годы шло с неодинаковой скоростью. До 2000 года мировой объем их производства каждое десятилетие удваивался, тогда как рост выпуска жидких красок не превышал 3–5%

**Производство красок**

Современное производство порошковых красок достаточно продуктивно. Оно основано на операциях сухого смешения компонентов, их диспергирования в расплаве с помощью экструдера, охлаждения плава, дробления и измельчения. Впервые в лакокрасочном производстве применено диспергирование компонентов в высоковязких средах (расплавах), традиционно используемое при производстве пластмасс и эластомеров. Известно, что при повышении вязкости среды резко растут сдвиговые усилия, благоприятствующие дезагрегации частиц пиг-



**РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ КРАСОК В ПРОШЕДШИЕ ГОДЫ ШЛО С НЕОДИНАКОВОЙ СКОРОСТЬЮ. ДО 2000 ГОДА МИРОВОЙ ОБЪЕМ ИХ ПРОИЗВОДСТВА КАЖДОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ УДВАИВАЛСЯ, ТОГДА КАК РОСТ ВЫПУСКА ЖИДКИХ КРАСОК НЕ ПРЕВЫШАЛ 3–5% В ГОД. ЭТОМУ СПОСОБСТВОВАЛО ПОЯВЛЕНИЕ МНОГИХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КНИГ, НЕ ГОВОРЯ УЖЕ ОБ ОБИЛИИ ДРУГИХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ЭТОМУ ВОПРОСУ.**



предприятиях по производству и переработке пластмасс.

Поэтому промышленные образцы порошковых (термопластичных) красок появились в СССР только в 1972 году (в Ленинграде), а термоактивных (эпоксидных) красок – в 1974 году (в Ярославле). До этого многие потребители сами изготавливали примитивным способом (сухим смешением компонентов в ванне псевдооживленного слоя) порошковые краски и получали покрытия на установках псевдооживленного слоя.

Порошковые краски быстро нашли широкое применение в промышленности. Стимулирую-

в год [1]. Этому способствовало появление многих отечественных и зарубежных книг [2–13], не говоря уже об обилии других публикаций по этому вопросу. В последующий период рост их производства в мире оставался на достаточно высоком уровне – порядка 5–7% в год [14]. В 2006 году их выпуск составил около 1780 тыс. т [15], по прогнозу, к 2018 году ожидается 2670 тыс. т. Порошковые краски активно завоевывают рынки сбыта, постепенно вытесняя индустриальные жидкие лакокрасочные составы. Тем не менее их долю в лакокрасочной продукции нельзя считать высокой – в Европе она составляет порядка 15–18% [16].

ментов и наполнителей, их смачиванию расплавом пленкообразователя и стабилизации составов. В отличие от диспергирования жидких ЛКМ экструдирование по времени ограничивается минутами, при этом степень диспергирования твердых частиц в порошковых красках, как правило, превышает таковую в жидких.

Как показали исследования [17], экструзионная технология (при наличии твердых пленкообразователей) может с успехом применяться и в технологии жидких красок.

Несмотря на сказанное, существующая технология производства порошковых красок, заключающаяся в механическом измельчении

экструдата, не лишена недостатков. Полученные таким образом составы полидисперсны, их частицы разноформенны. Это вызывает пыление красок, не лучшим образом сказывается на зарядке частиц в электрополе, приводит к дополнительной нагрузке на фильтры. Между тем в промышленности (порошковая металлургия, переработка стекла и др.) имеются способы получения порошков с частицами сферической формы одного размера – металлический бисер, стеклопорошки (монолит и микросферы). В последнее время разработаны способы получения порошковых красок с аналогичными час-

ЛКМ. Основную долю выпуска составляют полиэфирные, эпоксидные и гибридные составы. В меньшем объеме производятся полиакрилатные, полиуретановые и кремнийорганические краски [18]. Большие успехи достигнуты в модификации составов, подборе ПАВ, восков, отвердителей и ускорителей отверждения, обеспечивающих разнообразие свойств покрытий.

Состав современных порошковых красок стал сложнее. Число компонентов красок возросло с 3–4 до 10 и более. По своему качеству отечественные краски уже не отличаются от импортных. Это и понятно: производство

ский, Рязанский и Махачкалинский заводы, ХК «Пигмент» (Санкт-Петербург), «Уралинтех» (УФА), «Политон» (Казань), «Техпласт» (Егорьевск), «Стардаст» (Клин), «Эколон ПК» (Санкт-Петербург). В России также есть заводы по производству порошковых красок ведущих мировых фирм: AkzoNobel, 3M, Jotun, Teknos. В Китае число фирм, производящих порошковые краски, исчисляется сотнями;

– несмотря на успешную работу российских предприятий, потребности страны в порошковых красках не удовлетворены, более половины восполняется импортом;

– ограничен ассортимент красок по типу пленкообразователя, отсутствует производство термопластичных красок. Существовавшее ранее их производство прекращено. В ХК «Пигмент» сначала был освоен выпуск водно-дисперсионных порошковых красок для защиты внутренних поверхностей труб [10], но затем производство было остановлено. Между тем в Японии и Европе такие составы на эпоксидной основе широко используются для грунтования автомобилей способом катодного нанесения.

В нашей стране предпочитают рекламировать и применять импортные ЛКМ вместо отечественных того же качества (особенно в трубной промышленности). Такую ситуацию нельзя признать нормальной.

Назрела острая необходимость в импортозамещении порошковых красок, в первую очередь производства их сырья, современного оборудования, внедрения разработанных отечественных материалов и приборов для испытаний. Такие разработки имеются на многих предприятиях. Так, фирмой «Эколон ПК» разработан целый ряд порошковых красок, которые остаются невостребованными:

- для покрытий с низкой адгезией ко льду [19];
- цинкнаполненные составы протекторного действия;
- порошковые компаунды для герметизации компонентов радиоэлектронной промышленности;
- порошковые краски для энергетических установок с повышенной температурой эксплуатации;
- для покрытий, эксплуатируемых в условиях космоса;
- для получения декоративных покрытий с различными поверхностными эффектами: под кожу, под шелк, «хамелеон», «черепаха», «наждачная бумага» и др.

#### Рынок порошковых красок

Динамика роста производства порошковых красок непосредственно связана с расширением областей их применения и развития мировой экономики в целом. Этому способствует ряд факторов:

- усиление требований к экологическому обеспечению производства покрытий, повышению их качества, долговечности защиты, улучшению декоративных свойств [20–21];

тицами, но на иных принципах – посредством их диспергирования в среде двуокиси углерода в сверхкритическом состоянии, а также измельчения экструдата с помощью ультразвука [18]. По экономическим причинам эти способы пока не получили широкого распространения.

Марочный ассортимент промышленно выпускаемых в разных странах порошковых красок достаточно широк и разнообразен. Основную долю выпуска по-прежнему составляют термореактивные краски. Состав пленкообразователей для порошковых красок пока нельзя признать широким по сравнению с тем, на котором базируется производство жидких

порошковых красок в России на 90–95% основано на импортном сырье и оборудовании. Но в этом заключается и основной недостаток отечественного производства красок. Достаточно введения санкций Евросоюза, и наши фирмы можно закрыть. Импортозамещение не проводится и, похоже, не планируется. Хотя, в принципе, можно легко переориентироваться на поставки из Китая, Южной Кореи, Тайваня и других стран Юго-Восточной Азии.

У отечественного производства есть и другие слабые места:

- малое число фирм, производящих порошковые краски. Среди них – Ярославский, Гатчин-



– создание новых материалов и покрытий целевого назначения, увеличение объема их производства;

– повышение требований к защите строительных и промышленных объектов;

– экономические соображения (удешевление производства покрытий).

За полвека, прошедшие с появления порошковых красок, определились основные области их применения: защита изделий из металла и других термостойких материалов, нефтяные и газовые трубы, приборы бытового назначения, транспорт (велосипеды, мопеды, мотоциклы, автомобильные детали и кузова, металлическая мебель, комплектующие детали вагонов, судов, строительной и сельскохозяйственной техники и др.). В перспективе предполагается использовать порошковые краски для окрашивания крупногабаритных металлических конструкций (подъемно-транспортного оборудования, вагонов, мостовых и других конструкций), изделий из нетермостойких материалов (древесины, ДСП, МДФ, пластмасс, прочих изделий и объектов, не подлежащих высокотемпературному нагреву), неметаллических строительных конструкций (в частности шифера, кирпича, изделий из бетона, керамики и т.д.). Планируется также создать порошковые краски целевого назначения (теплоизоляционные, теплопроводные, огнезащитные, звукоизоляционные, биоцидные и др.).

При окрашивании крупногабаритных металлических конструкций предпочтительны порошковые краски низкотемпературного отверждения (120–130 °С) и соответствующее оборудование для их бескамерного нанесения газотермическими способами: плазменным, газоплазменным, теплотречевым, струйным с использованием NIR-технологии, лазерного отверждения и др. [22–24].

Для окрашивания нетермостойких субстратов наибольшие возможности – у порошковых красок фотохимического отверждения. Отличительная особенность таких материалов – способность ускоренно (за 1–2 минуты) при 100–120 °С сформировать покрытие высокого качества с минимальными затратами энергии [25, 26]. Такие покрытия применяются для окрашивания кухонной мебели, изделий из МДФ, пластмасс и др.

Строительная индустрия – потенциально крупный потребитель порошковых красок. Пока они в основном используются для защиты металлических конструкций и изделий. Но уже несколько лет отечественные предприятия (Ярославский завод порошковых красок, «Уралинтех», «Эколон ПК») изготавливают порошковые краски для окрашивания кирпича, керамики, изделий из бетона.

Регулярно поднимается вопрос о более высокой цене порошковых красок по сравнению с жидкими. После отмены государственной собственности на большинстве предприятий для проведения окрасочных работ с помощью порошковых красок вступили в силу совершенно другие критерии выбора технологии окраски



## ВЫБИРАТЬ ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ И СХЕМУ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ СУБСТРАТА СТАЛИ КОММЕРЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ И МЕНЕДЖЕРЫ ПО ЗАКУПКАМ. ПОНЯТИЯ КАЧЕСТВА И СРОКА СЛУЖБЫ ПОКРЫТИЙ УШЛИ НА ВТОРОЙ ПЛАН. ВВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ ТЕНДЕРОВ ПРИВЕЛО К ТОМУ, ЧТО ГЛАВЕНСТВУЮЩУЮ РОЛЬ СТАЛ ИГРАТЬ ВОПРОС ЦЕНЫ ПОРОШКОВОЙ КРАСКИ И РАЗМЕР ПРЕМИИ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ЗАКУПКАМ.

и, собственно, самих красок. Выбирать порошковые краски и схему подготовки поверхности субстрата стали коммерческие службы и менеджеры по закупкам. Понятия качества и срока службы покрытий ушли на второй план. Введение системы тендеров привело к тому, что главенствующую роль стал играть вопрос цены порошковой краски и размер премии менеджеров по закупкам. Подсчитано, что в стоимости готового изделия доля самих порошковых красок и всего комплекса окрасочных работ варьирует от 0,5 до 2%. Экономить 1 доллар на стоимости порошковой краски – это просто несерьезно.

Развитие отечественного производства порошковых красок и получаемых из них покрытий неразрывно связано с подготовкой инженерных кадров. Последнее напрямую связано с изменениями на ведущих выпускающих кафедрах. Сокращение количества студентов, старение профессорско-преподавательского

состава, полное прекращение государственного финансирования научно-исследовательских работ, резкое сокращение бюджетного финансирования учебного процесса в ближайшем будущем приведет к исчезновению специальности «химик-технолог по лакокрасочным материалам и покрытиям».

### Терминология

В ходе применения порошковых лакокрасочных материалов (ЛКМ) появилось много заимствованных названий и терминов, которые бездумно переносятся в лексикон, техническую документацию и рекламные материалы. Так, по аналогии с западной терминологией (Powder Coatings, Pulverlake), покрытия отождествляются с красками и лаками, распыление называют «напылением», краскораспылитель – «напылителем» или «пистолетом», распылительную камеру – «камерой нанесения» (или «напыления»). Не имеет устоявшегося названия оборудование



для формирования покрытий; его называют «печами», «сушилками», «нагревательными камерами», «устройствами для нагрева». Часто используются термины «порошковое покрытие», «порошковое окрашивание», «порошковая окраска». Следует запомнить, что нет порошковых покрытий (так же как и водных покрытий), а есть краски – порошковые, водные, водно-дисперсионные. Операцию отверждения покрытий почему-то называют полимеризацией, хотя полиэфирные краски отверждаются за счет реакции поликонденсации, а эпоксидные – посредством реакции полиприсоединения. Характерно, что неправильная терминология навязывается при обучении сотрудников на всевозможных курсах повышения квалификации, в рекламных материалах, публикуемых в журналах по специальности.

Предлагаем следующие варианты терминов, которые стилистически и научно лучше соответствуют ГОСТу 9.072 «Покрытия лакокрасочные».

**Термины и определения**

<b>Неправильно</b>	<b>Правильно</b>
Порошковое покрытие	Покрытие из порошковых красок
Порошковая окраска	Окрашивание порошковой краской
Напыление, пистолет	Краскораспылитель
Камера напыления	Распылительная камера
Камера полимеризации, нагревательная камера, печь, сушилка, нагревательное устройство	Камера для отверждения покрытия
Процесс полимеризации	Процесс отверждения покрытия

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Яковлев А.Д. // Лакокрасочная промышленность. – 2011. – № 10. – С. 17–20.
2. Яковлев А.Д., Здор В.Ф., Каплан В.И. Порошковые материалы и покрытия на их основе. – Л.: Химия, 1971. – 256 с. (1-е изд.); 1979. – 270 с. (2-е изд.).
3. Полякова К.Н., Пайма В.И. Технология и оборудование для нанесения порошковых покрытий. – М.: Машиностроение, 1972. – 136 с.
4. Korf C. Report of Powder Coatings. – Braintree; R.H. Chandler Ltd., 1976. – 162 p.
5. Powder Coatings Technology. – M. William Panney Ltd., 1975. – 425 p.
6. Кракович Г.А., Безкорвайный К.Г. Напыление порошковых и олигомерных материалов. – Л.: Химия, 1980. – 112 с.
7. Белый В.А., Довгяло В.А., Юркевич О.Р. Полимерные покрытия. – Минск: Наука и техника, 1976. – 414 с.
8. Misev T.A. Powder Coatings. Chemistry and Techology. – NY: J. Wiley & Sons, 1991. – 380 p.
9. Liberto N. Powder Coatings: The Complete Finisher's Handbook. – Alexandria: The Powder Coatings Institute, 1994.
10. Яковлев А.Д. Порошковые краски. – Л.: Химия, 1987. – 216 с.
11. Верещагин И.П. и др. Технология и оборудование для нанесения полимерных покрытий в электрическом поле. – М.: Энергоиздат, 1999. – 240 с.
12. Порошковые краски. Технология покрытий/ Пер. с англ.; под ред. А.Д. Яковлева. – СПб.: ЗАО «Промкомплект», Химиздат, 2001. – 256 с.
13. Яковлев А.Д., Машляковский Л.Н. Порошковые краски и покрытия: Краткое пособие для потребителей. – СПб.: Химиздат, 2011.
14. Ridge J. // Europ. Coat. J. – 2007. – № 2. – P. 18–19.
15. Coatings World. – 2008. – № 9. – P. 39–43.
16. Каверенский В.С. // ЛКМ и их применение. – 2013. – № 1–2. – С. 50–52.
17. Дринберг А.С., Яковлев А.Д. и др. // Лакокрасочная промышленность. – 2011. – № 10. – С. 17–20.
18. Spyrou E. Powder Coatings. Chemistry and Technology. – Vincentz Network, 2012. – 380 p.
19. Ильиных А.В., Яковлев А.Д. и др. // ЛКМ и их применение. – 2014. – № 10. – С. 34–37.
20. ЛКМ. – 2013. – № 10. – С. 51–53.
21. Стокозенко В.Н. // Промышленная окраска. – 2012. – № 1. – С. 10–12.
22. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебник для вузов. – СПб.: Химиздат, 2010. – 448 с.
23. Самойлов С.В., Машляковский Л.Н. // ЛКМ и их применение. – 2002. – № 4. – С. 26–32.
24. Демидов В.Д. и др. // Промышленная окраска. – 2001. – № 6. – С. 8–14.
25. Europ.Coat. J. – 2001. – № 9. – P. 22–29.
26. Пирожников П.Б., Машляковский Л.Н. и др. // ЛКМ и их применение. – 2013. – № 11. – С. 43–47. ■