

давление впрыска топлива на стенд для испытания топливной аппаратуры дизелей был установлен фрагмент кулачкового вала привода топливного насоса высокого давления дизеля 10Д100М. Эксперимент проводился в тепловозной лаборатории БелГУТа. В процессе исследования определялись давление топлива на выходе топливного насоса высокого давления  $P_n$  и давление топлива под запорным конусом иглы форсунки  $P_f$ , а также количество топлива, подаваемого топливным насосом высокого давления.

Измерение величин  $P_n$  и  $P_f$  проводилось при помощи универсальной тензометрической станции УТС-1-ВТ-12 и аналого-цифрового преобразователя (АЦП – ADC 100К/12-8), подключенных к персональному компьютеру IBM PC. Несущая частота тензостанции – 35 кГц, а также конструкция датчиков, имеющих высокую частоту собственных колебаний, позволили получать неискаженные характеристики измеряемых величин.

Получено, что при работе дизеля на холостом ходу и первой позиции контроллера машиниста ( $n = 280$  об/мин,  $q_{ц} = 0,05 - 0,09$  г/цикл) повышение давления открытия иглы форсунки  $P_3$  с 21 до 28 МПа приводит к увеличению максимального давления топлива на выходе насоса на 47 – 50 %. При работе дизеля на номинальном режиме ( $n = 850$  об/мин,  $q_{ц} = 0,47$  г/цикл) максимальное давление на выходе насоса возрастает на 12,2 %. В свою очередь это приводит к увеличению максимального давления впрыска  $P_{г\max}$ . Так, в области

Получено 20.11.2004

**R. K. Gizatullin, S. I. Sukhoparov, Y. G. Samodum.** Investigation of intensifying process of 10D100M diesel fuel combustion methods.

The methods of increasing of quality of mixtures formation and improvement of the process of 10D100M diesel fuel combustion are considered.

малых подач топлива ( $n = 280$  об/мин,  $q_{ц} = 0,05 \dots 0,09$  г/цикл), где наиболее ярко проявляется неравномерность подачи топлива по цилиндрам из-за низкого давления в режиме холостого хода, давление впрыска увеличивается на 40 – 50 %. При работе дизеля на номинальном режиме ( $n = 850$  об/мин,  $q_{ц} = 0,47$  г/цикл) давление впрыска увеличивается на 10,8 %.

#### Список литературы

- 1 Ребров Е. Е., Киселев А. С., Киселев А. Н. Дизельный мотор и экология // Биржа технологий и контактов. – 2001. – №3. – С. 12 – 14.
- 2 Романов С. А., Демочка О. И., Ложкин В. Н., Коллеров Е. Н. Форсирование впрыскивания топлива – эффективный путь улучшения показателей экономичности и токсичности дизелей // Повышение экономичности тракторных и комбайновых двигателей: Тр. ЦНИТА. – Л., 1987. Вып. 85,86. – С. 67 – 71.
- 3 Топливоподающая аппаратура современных дизелей / Ierzembek Manfred // KFZ – Bert/ Automarkt. – 2000. – №1. – С. 42 – 44.
- 4 Файнлейб Б. Н., Пацюк И. Б. Пути форсирования процесса топливоподачи в насосах распределительного типа с целью улучшения топливной экономичности дизелей: – Тр. ЦНИТА. – Л., 1985. Вып. 85. – С. 53 – 55.
- 5 Трёмбюлер М. И. Исследование влияния конечного объема системы топливоподачи на процесс впрыска топлива: Сб. науч. тр. / ЦНИТА; Отв. ред. Резвов К.М. – Л., 1966. Вып. 29. – С. 21 – 30.
- 6 Гизатуллин Р. К. Дизель Д100 станет работать лучше // Электрическая и тепловозная тяга. – 1990. – №11. – С. 22 – 23.
- 7 Виноградов М. Ю., Гинзбург А. М., Лебедев В. А. Пути совершенствования процесса топливоподачи в распределительных топливных насосах типа НД // Повышение экономичности тракторных и комбайновых двигателей: Тр. ЦНИТА. – Л., 1987. Вып. 85,86. – С. 43 – 46.

## ОКРАСКА ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Оценены физико-механические и защитно-декоративные свойства покрытий из порошковых полимерных материалов. Показана перспективность применения порошковых материалов в окраске транспортных средств.

Для окраски деталей транспортных средств применяют в основном органоразбавляемые алкидные, эпоксидные и полиуретановые краски. Однако для многих таких покрытий уже в первый год эксплуатации наблюдается существенная потеря декоративных свойств и их быстрое

разрушение. Практика показывает перспективность использования порошковых полимерных материалов в качестве покрытий [1].

Сегодня большая часть производителей выбирает порошковую окраску для защитно-декоративной отделки изделий, несмотря на то,

что эта технология может быть использована только в производственных условиях, требует специального технологического оборудования и не может конкурировать с применением жидких лакокрасочных материалов в быту, строительстве, антикоррозионной защите крупных объектов.

Высокие физико-механические и защитно-декоративные свойства покрытий, существенное сокращение продолжительности формирования покрытий, снижение экологической нагрузки на окружающую среду, улучшение условий труда – это те преимущества порошковых материалов, которые привлекают потребителей и ведут к постоянному увеличению их числа. Поэтому все актуальнее становятся вопросы организации окрасочных производств, использующих порошковые лакокрасочные материалы.

Из всего многообразия существующих лакокрасочных материалов только порошковые обеспечивают безотходную технологию покрытий, полное отсутствие загрязнения окружающей среды, самый высокий процент использования наносимого материала; применению порошковых красок сейчас нет более выгодной альтернативы в промышленности. Отсутствие отходов производства (коэффициент использования материалов – до 98 %) устраняет загрязнение, снижает до минимума затраты на их сбор, утилизацию, уничтожение. Равным образом отсутствие летучих компонентов в красках приводит к снижению энергетических затрат на их нагрев и испарение, способствует созданию безопасных условий работы при получении покрытий [2]. Долговечность порошковых покрытий значительно выше, чем у покрытий из жидких красок.

Порошковые краски – материалы промышленного применения. Они требуют специального оборудования для нанесения и формируют покрытия при нагревании, как правило, выше 100 °С, поэтому пригодны для окрашивания преимущественно изделий из термостойких материалов. Режим формирования покрытий большинства порошковых красок 150 – 200 °С в течение 30 – 5 мин. Окрашивают изделия небольших и средних размеров, но не исключена возможность защиты порошковыми красками крупногабаритных объектов – вагонов, автомобилей, судов и др.

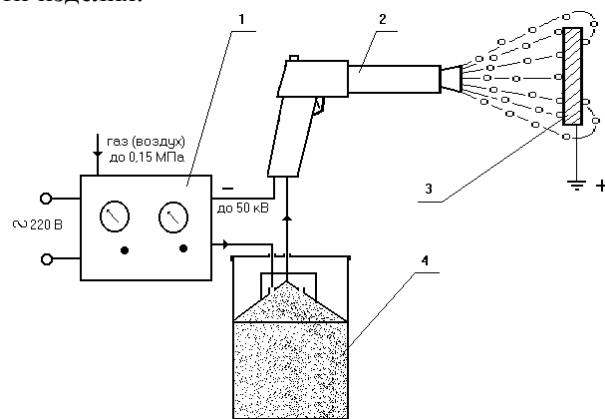
В ассортименте порошковых красок 90 % занимают термореактивные композиции на основе эпоксидных, эпоксидно-полиэфирных, полиэфирных, полиуретановых и акриловых пленкообразователей. Покрытия из них получают за счет сплавления частиц и протекания в расплавленном материале химических реакций. Такие покрытия неопластичны, неплавки и нерастворимы.

Наиболее широко используемый метод нанесения порошковых материалов – электростатическое распыление [3]. В его основе лежит принцип элек-

тризации частиц порошка, находящихся в состоянии аэрозоля.

Технология окрашивания методом электростатического распыления включает предварительную подготовку поверхности, нанесение порошкового материала и формирование из него покрытия. Для подготовки поверхности применяют механическую (дробеструйную) обработку, обезжиривание поверхности растворителями, термическую обработку. Для получения качественных покрытий необходима химическая подготовка, включающая стадии обезжиривания и создания конверсионного слоя (для стали – фосфатирование, для алюминия – хроматирование) с последующими промывками водой и сушкой.

В процессе нанесения порошкового материала электростатическим распылением происходит зарядка частиц порошка, их перенос и осаждение (рисунок 1). Такой процесс обеспечивается системой зарядки и подачи порошка. Система зарядки порошка создает электрическое поле между коронирующим электродом, расположенным на выходе порошкового распылителя, и заземленным изделием. Система подачи порошка использует сжатый газ (воздух) для транспортировки частиц порошка из питателя в распылительное устройство. По мере того как порошок проходит через электростатическое поле, его частицы при распылении получают отрицательный заряд и притягиваются к поверхности изделия.



1 – пульт управления; 2 – порошковый распылитель; 3 – покрываемое изделие; 4 – питатель

Рисунок 1 – Схема процесса электростатического распыления

Процесс формирования покрытий из порошковых композиций связан с переводом пленкообразователя в вязкотекучее состояние (расплав), при котором обеспечивается слияние частиц и последующее его отверждение с образованием трехмерных сшитых структур (в случае термореактивных красок). Обычно это достигается посредством нагревания порошка, нанесенного на поверхность изделия, несколько выше температуры плавления.

Целью работы являлась оценка физико-механических и защитно-декоративных свойств покрытий из эпоксидных, эпоксидно-полиэфирных

и полиэфирных порошковых красок белого цвета глянцевых.

Покрытия наносили на стальные пластины размером 50×50 мм и толщиной 3 мм, а также на детали внутреннего оборудования пассажирских вагонов (ручки, кронштейны, жалюзи, вешалки, решетки светильников и др. изделия). Толщина покрытий составляла 70 – 100 мкм.

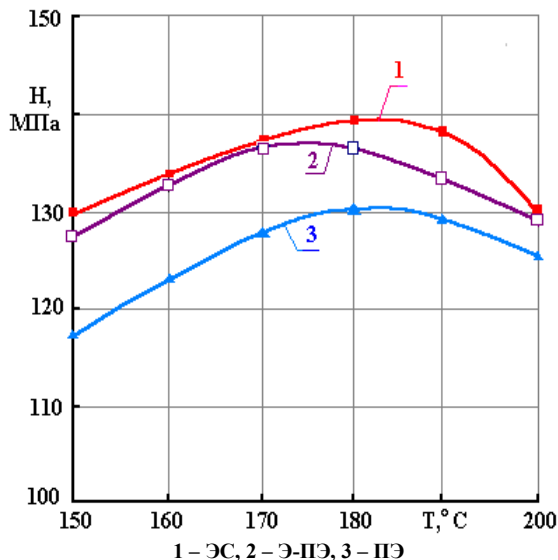


Рисунок 2 – Зависимость твердости покрытий от температуры отверждения (продолжительность отверждения – 15 мин)

Твердость покрытий определяли по объемной микротвердости на приборе ПМТ-3, адгезионную прочность соединений – методом нормального отрыва "грибков". Защитные свойства покрытий оценивали по стойкости их к статическому воздействию жидкостей. Испытания проводились в агрессивных средах: 5 %-ном растворе NaCl, 25 %-ном растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 25 %-ном растворе NaOH при температуре 20 °С. Атмосферостойкость покрытий анализировали по потере глянца через 90 суток испытания [4].

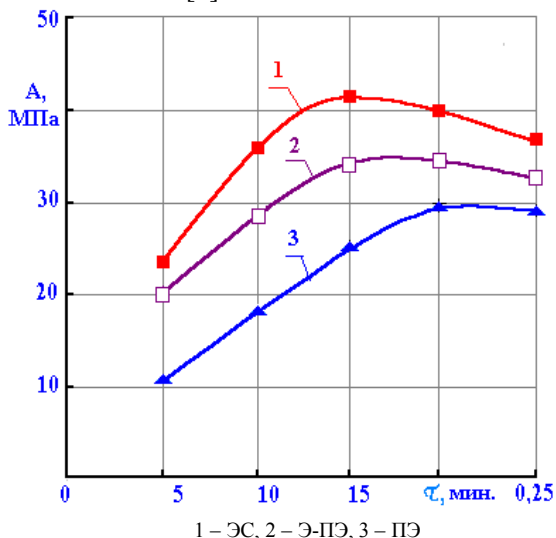


Рисунок 3 – Зависимость адгезионной прочности покрытий от продолжительности отверждения (температура отверждения – 180 °С)

Эпоксидные покрытия отличаются исключительно высокой адгезией, твердостью и химической стойкостью к соляному раствору, щелочам и кислотам (рисунки 2–4), из-за чего такие покрытия хорошо защищают изделия от коррозии в воде, почве и атмосфере различных климатических зон. В условиях открытой атмосферы при воздействии УФ-лучей наблюдается, однако, ухудшение декоративных свойств (пожелтение и потеря глянца) (рисунок 5). Поэтому эпоксидные покрытия рекомендуется эксплуатировать внутри помещений.

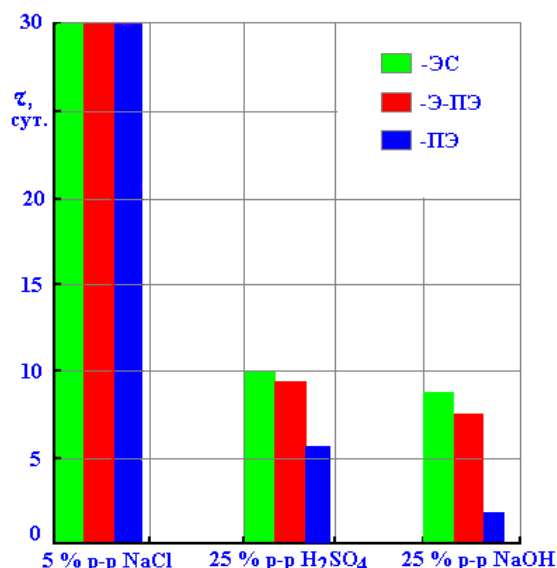


Рисунок 4 – Стойкость покрытий в агрессивных средах

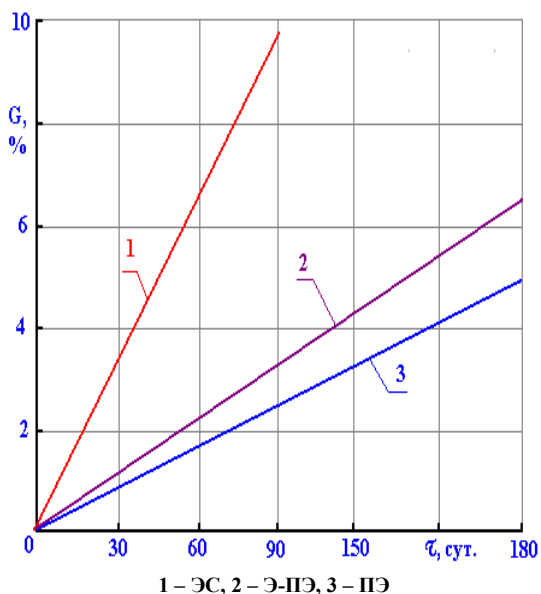


Рисунок 5 – Зависимость потери глянца покрытий от продолжительности испытаний в естественных условиях

Присутствие двух разных пленкообразователей в эпоксидно-полиэфирных красках приводит к получению покрытий с промежуточными свойствами. По химической стойкости к кислотам они приближаются к эпоксидным, уступая им по устойчивости к действию щелочей. С другой стороны, в отличие от эпоксидных, они лучше противостоят атмосферным воздействиям, дольше сохраняют

исходный внешний вид. Эпоксидно-полиэфирные краски более стойки к перегреву, чем эпоксидные, при формировании покрытий не желтеют. Покрытия отличаются чистотой поверхности и повышенным блеском (для глянцевых красок); можно получать чисто белые покрытия. Время отверждения их несколько ниже, что приводит к экономии энергоресурсов. Они наиболее распространены в технологии покрытий.

Полиэфирные покрытия отличаются исключительной стойкостью к перегреву. Такие покрытия наиболее атмосферостойки и устойчивы к воздействию УФ-лучей. Потеря глянца составляет только 5 % через 180 суток. Однако стойкость полиэфирных покрытий к химическим агентам ниже, чем у эпоксидных покрытий. Так, набухание и разрушение пленки в щелочи происходит через 2 суток. Полиэфирные покрытия рекомендуются использовать как внутри помещения, так и на открытом воздухе. Температурные пределы эксплуатации покрытий – от минус 60 °С до плюс 130 °С.

Для всех покрытий отмечен экстремальный характер зависимости физико-механических свойств от температурно-временных режимов отверждения. При нормальном отрыве покрытий определен когезионный характер разрушения, что говорит о высокой адгезионной прочности термоотверждаемых покрытий и их защитной способности.

Проведенные исследования подтверждают с экономических, экологических и технологических позиций высокую эффективность применения по-

Получено 12.01.2004

**M. I. Tsyrlin.** Coating of the details of the transport facilities using powdered polymeric materials.

Mechanical and protective-decorative properties coatings from powdered polymeric materials are evaluated. The prospect using powder materials in coating of the transport facilities is shown.

рошковых полимерных материалов в качестве покрытий. В десятки раз снижается продолжительность технологического процесса нанесения покрытий, в несколько раз повышается технический ресурс покрытий, обеспечивается экологическая безопасность производства покрытий, на 25–30 % уменьшается стоимость покрытий.

Сегодня такие покрытия успешно применяются на Гомельском вагоноремонтном заводе для отделки внутреннего оборудования вагонов. Десятки наименований изделий окрашиваются порошковыми эпоксидно-полиэфирными красками. Данные материалы и технология предлагаются для внедрения в локомотивное депо городов Лида, Барановичи и др.

Таким образом, порошковые полимерные материалы могут успешно применяться для нанесения защитно-декоративных покрытий на детали пассажирских вагонов и дизель-поездов.

#### Список литературы

- 1 Цырлин М. И., Родченко Д. А. Перспективность использования порошковых полимерных материалов в окраске деталей пассажирских вагонов и дизель-поездов // Проблемы безопасности на транспорте: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: БелГУТ, 2002. – С. 281 – 282.
- 2 Яковлев А. Д., Машляковский Л. Н. Порошковые краски и покрытия. – СПб.: Химиздат, 2000. – 64 с.
- 3 Технология и оборудование для нанесения полимерных покрытий в электрическом поле / И. П. Верещагин и др. – М.: Энергоиздат, 1990. – 240 с.
- 4 Карякина М. И. Испытание лакокрасочных материалов. – М.: Химия, 1988. – 272 с.