

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора  
ГУП ВНИИЖТ



В.М.Богданов

2001г

**ПРОТОКОЛ**

ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И  
ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ  
ЭЛАКОР-ПУ" ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ  
ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАГОНОВ –  
МИНЕРАЛОВОЗОВ

Москва, 2001

*Цель испытаний – оценка физико-механических и защитных свойств лакокрасочного покрытия на основе полимерной композиции “Элакор-ПУ” и возможности ее применения для противокоррозионной защиты внутренних поверхностей вагонов для перевозки минеральных удобрений.*

Полимерная композиция "Элакор-ПУ" представляет собой раствор уретанового эластомера в органических растворителях, с технологическими добавками и пигментами.

Изучались:

- физико-механические характеристики покрытия (эластичность (изгиб), прочность при ударе, адгезия);
- время высыхания полимерной композиции;
- защитные свойства покрытия - стойкость к воздействию повышенных влажности и температуры и стойкость к действию агрессивных сред (минеральных удобрений).

Эластичность при изгибе и прочность при ударе определялись по ГОСТ 6806 и ГОСТ 4765, адгезия по ГОСТ 15140, время высыхания по ГОСТ 19007.

Все виды испытаний проводились в соответствии с методикой комплексных испытаний, разработанной ВНИИЖТ с учетом условий эксплуатации вагонов-минераловозов. Физико-механические характеристики покрытия проверялись до и после термостарения, что дает возможность определить динамику изменения свойств покрытий в процессе эксплуатации при достаточно жестких условиях.

Для проведения лабораторных испытаний лакокрасочные материалы наносили на металлические прокатные пластины из стали Ст3ХП размером 90х120мм и 100х240мм.

Образцы для испытаний были подготовлены и представлены ООО “ТэоХим”.

Образцы для испытаний готовили по следующей технологии:

1. Механическая очистка поверхности дробеструйным аппаратом до чистого металла.
2. Обдув воздухом для удаления остаточной пыли.
3. Обезжиривание толуолом.
4. Аппретирование (грунтование клеем по металлу "Лейконат" ТУ 6-14-95-75).

5. Нанесение первого слоя композиции "Элакор-ПУ" и сушка при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  - 8 часов.

6. Нанесение второго слоя полимерной композиции "Элакор-ПУ" и сушка при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  - 12 часов.

7. Нанесение третьего слоя, состоящего из полимерной композиции "Элакор-ПУ".

Материалы наносили на подложку вручную с помощью кисти. Перед проведением испытаний все образцы с покрытиями выдерживали при комнатной температуре в течение 7 суток.

Система покрытия, использованная для исследований, представляет собой три слоя композиции "Элакор-ПУ" общей толщиной 100-120 мкм.

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.

### 1.1. ВРЕМЯ ВЫСЫХАНИЯ ПО ГОСТ 19007.

Высыхание – процесс отверждения жидкого материала, то есть превращения его в пленку.

Продолжительность высыхания определяют временем, за которое испытуемый материал, нанесенный на пластину слоем определенной толщины, приобретает требуемую степень высыхания. Предусмотрено семь степеней высыхания от 1 до 7 включительно.

### 1.2. АДГЕЗИЯ.

Адгезия – способность лакокрасочных покрытий к прочному сцеплению с окрашиваемой поверхностью.

#### 1.2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ МЕТОДОМ РЕШЕТЧАТОГО НАДРЕЗА ПО ГОСТ 15140.

Для определения адгезии методом решетчатого надреза на пластинке с покрытием при помощи скальпеля делают по шаблону не менее пяти параллельных и перпендикулярных им надрезов до подложки. Расстояние между надрезами составляет 1мм, при этом образуется решетка из одинаковых квадратов со стороной 1мм.



После нанесения решетки поверхность очищают кистью от отслоившихся кусочков пленки и оценивают адгезию по четырех балльной шкале. Высшая оценка –1 балл присваивается при гладких краях и отсутствии отслоившихся кусочков покрытия; 2, 3 и 4 балла – при отслаивании до 5, 35 и более 35% поверхности соответственно.

#### 1.2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ МЕТОДОМ РЕШЕТЧАТОГО НАДРЕЗА ПО СТАНДАРТУ ISO624.

С целью определения адгезионных характеристик образцы с покрытием выдерживали в течение 5 суток при полном погружении в дистиллированной воде. Затем образцы вынимали, и, собрав оставшуюся воду фильтрованной бумагой, проводили определение адгезии.

Для определения адгезии методом решетчатого надреза на пластинке с покрытием при помощи скальпеля делают по шаблону не менее пяти параллельных и перпендикулярных им надрезов до подложки. Расстояние между надрезами составляет 1 мм, при этом образуется решетка из одинаковых квадратов со стороной 1 мм. После нанесения решетки поверхность очищают кистью от отслоившихся кусочков покрытия, на поверхность приклеивают липкую ленту типа “скотч”, отрывают ее и оценивают результаты по четырех балльной шкале как указано в 1.2.1.

#### 1.3. ПРОЧНОСТЬ ПЛЕНКИ ПРИ УДАРЕ ПО ГОСТ 4765.

Сущность метода определения прочности пленки при ударе заключается в определении при помощи прибора У-1а максимальной высоты в сантиметрах, с которой свободно падает на окрашенную металлическую пластину груз весом в 1 кг, не вызывая при этом разрушения защитного покрытия.

#### 1.4. ПРОЧНОСТЬ ПЛЕНКИ ПРИ ИЗГИБЕ (ЭЛАСТИЧНОСТЬ) ПО ГОСТ 6806.

Изгиб покрытия косвенно характеризует его эластичность, то есть свойство, обратное хрупкости. Сущность метода заключается в определении минимального диаметра стержня, на котором при изгибании окрашенной металлической пластины не происходит разрушения покрытия.

### 1.5. ТЕРМОСТАРЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ПО ГОСТ 9.707.

Термостарение проводили путем выдержки высушенных образцов с покрытием в термостате при  $T=60^{\circ}\text{C}$  в течение 180 часов. Затем образцы после охлаждения осматриваются и сравниваются с контрольным образцом, не подвергавшимся нагреванию. Покрытие после испытания должно удовлетворять по внешнему виду (ГОСТ 4765) и прочности пленки при изгибе (ГОСТ 6806) и ударе (ГОСТ 4765).

### 1.6. СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЯ К ИСТИРАНИЮ.

Изучение стойкости покрытия к абразивному износу (истиранию) проводилось на специальной установке. Образцы с покрытиями размером 100 на 240 мм помещались в металлические стаканы. В объем, образованный образцом и стенками стакана, засыпался абразивный материал, смешанный с минеральными удобрениями в соотношении 1 к 3. В качестве абразива использовали гравий с размером частиц от 3 до 5 мм. Вращение цилиндров с образцами производили со скоростью 50 об/мин. Осмотр образцов и замер толщины покрытия проводили через 120, 240 и 480 часов испытания, при этом сравнивали указанные характеристики до и после испытаний.

Оценка декоративного состояния покрытия проводилась по ГОСТ 9.407, при этом образец визуально сравнивали с контрольным образцом.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ СВОЙСТВ.

Результаты испытаний физико-механических свойств покрытий приведены в таблице 1.

Изменение декоративных свойств покрытия приведены в таблице 2.

Изменение толщины покрытия в процессе истирания приведено в таблице 3.

В результате исследований было установлено, что после 60 суток испытаний у покрытия из композиции "Элакор-ПУ" не ухудшились показатели адгезии и прочности при ударе, что характеризует высокие физико-механические свойства этого материала. Результаты испытаний представлены в таблице 1.



Таблица 1

Физико-механические свойства системы покрытия –  
композиции «Элакор-ПУ» по загрунтованной "Лейконатом"  
дробеструйной металлической поверхности.

Наименование системы покры- тия	Адгезия, балл	Эластичность, мм	Удар, см
	До/После испыта- ний (во всех сре- дах и термостаре- ния)	До/После испытаний (во всех средах и термостарения)	До/После испытаний (во всех средах и термостарения)
“Элакор-ПУ” 3 слоя	1/1	1/1	50/50

Таблица 2

Изменение декоративных свойств покрытия в процессе истирания.

Наименование системы покры- тия	Характеристика свойств покрытия через 480 часов испытаний.	
	с суперфосфатом простым	с хлористым калием
“Элакор-ПУ” 3 слоя	Изменений нет.	Изменений нет.

Таблица 3

Изменение толщины покрытия в процессе истирания.

Наименование системы покры- тия	Первоначаль- ная толщина покрытия, мкм	Оставшаяся толщина покрытия, мкм, через 480 часов испытаний	
		с суперфосфатом простым	с хлористым калием
“Элакор-ПУ” 3 слоя	120	120	120

Отмечено, что при испытании на истирание материал отличается высокой прочностью, толщина покрытия после испытаний не изменилась. Результаты испытания представлены в таблице 3.

Не ухудшились и декоративные свойства покрытия после воздействия минеральных удобрений, что видно из таблицы 2.

Было установлено, что время высыхания покрытия до степени 3 при температуре 18-20°C составляет 4 часа.

### 3. УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ.

#### 3.1. СТОЙКОСТЬ К ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЕ.

Определение стойкости покрытий к условиям повышенной влажности (100%) и повышенной температуре (28-35°C) проводили в гидростатической камере, имитирующей условия эксплуатации во влажном климате при отсутствии солнечного облучения. Режим работы камеры следующий:

2 часа – подъем температуры от комнатной до 28-35°C, 6 часов – выдержка образцов при 28-35 °C, 3 часа – снижение температуры до комнатной, 13 часов – выдержка при комнатной температуре. Относительная влажность при всех режимах составляла около 100%.

#### 3.2. СТОЙКОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД – МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.

С целью исследования стойкости покрытий к действию минеральных удобрений использовали следующие удобрения:

- Сульфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Суперфосфат простой  $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$
- Аммиачная селитра  $\text{NH}_3\text{NO}_2$
- Хлористый калий  $\text{KCl}$

Испытания проводили следующим образом: удобрение насыпали в емкость, в которую помещали в вертикальном положении испытуемые образцы с нанесенными с двух сторон защитными покрытиями.

Минеральное удобрение постоянно увлажняли дистиллированной водой.

Полимерная композиция “Элакор-ПУ” , три слоя														
Гидростат			Постоянное погружение в увлажненные минеральные удобрения											
			(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			Ca(HPO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>			NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>			KCl		
30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1