

СИНЮКОВ О. А., НИЗИНА Т. А., МИХАЙЛОВА В. М.

**ВЛИЯНИЕ МЕСТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований составов лакокрасочных покрытий на основе акриловых связующих, содержащих местные наполнители Республики Мордовия (диатомит и доломит). Выявлены оптимальные составы, обладающие высокими значениями сухого остатка и укрывистости высушенной пленки.

Ключевые слова: водно-дисперсионная краска, акриловое связующее, наполнитель, диатомит, доломит, сухой остаток, укрывистость.

SINYUKOV O. A., NIZINA T. A., MIKHAILOVA V. M.

**THE EFFECTS OF MORDOVIA REPUBLIC LOCAL FILLERS
ON THE CHARACTERISTICS OF WATER-DISPERSIVE PAINT COATINGS**

Abstract. The article presents the test results of paint coating compositions based on acrylic binders, containing the local fillers of Mordovia Republic – diatomite and dolomite. The study showed the optimal compositions with high values of dry residue and spreading capacity of dried film.

Keywords: water-dispersive paint, acrylic binder, filler, diatomite, dolomite, dry residue, spreading capacity.

В последние годы все большее внимание уделяется архитектурной выразительности фасадов зданий, что привело к увеличению спроса на материалы, предназначенные для их отделки, в том числе и на лакокрасочные покрытия [1; 2]. Высокая стоимость энергоресурсов, рост цен на сырье, транспортные расходы сырья и готовой продукции сказываются на повышении стоимости материалов российских производителей. Для снижения себестоимости лакокрасочной продукции целесообразно использовать в качестве наполнителей местные сырьевые ресурсы [3–5].

Наиболее известным и давно применяемым наполнителем для лакокрасочных систем является мел. Однако в Мордовии нет залежей мела, пригодного для изготовления красок, и его приходится завозить из других регионов. В то же время в Республике расположены крупные запасы диатомита и доломита, что позволяет использовать их в составах лакокрасочных покрытий [3; 5].

Физико-механические и эксплуатационные характеристики краски предопределяются составом и свойствами ее компонентов. Как известно, водно-дисперсионная краска

представляет собой водную дисперсию пленкообразователя (связующего) с наполнителями, пигментами и различными специфическими добавками (эмульгаторы, стабилизаторы, загустители, антивспениватели, антисептики и др.) [6]. Количественное соотношение между связующим и пигментно-наполнительной частью в значительной мере определяет физико-механические и защитные свойства покрытия.

Пигменты и наполнители в лакокрасочных покрытиях выполняют разнообразные функции, главными из которых являются придание цвета, непрозрачности, повышение прочностных и защитных свойств. При выборе пигментов и наполнителей водно-дисперсионных красок возникает ряд задач, связанных с необходимостью обеспечения их химической и коллоидно-химической устойчивости в водной среде, должной дисперсности, а также с подбором уровня наполнения (т. е. оптимального содержания в покрытии пигментов и наполнителей). Для пигментирования водно-дисперсионных красок пригоден ограниченный набор пигментов и наполнителей, характеризующихся повышенной нерастворимостью и химической инертностью в водной среде, минимальным содержанием водорастворимых примесей, стойкостью в слабокислых (или щелочных) средах.

Долгое время считалось, что наполнители в лакокрасочных материалах (ЛКМ) играют пассивную роль в отношении свойств лакокрасочной композиции. На сегодняшний день стало очевидно, что наполнители оказывают существенное влияние на такие свойства ЛКМ, как распределение частиц пигмента, структуру и реологические свойства краски (розлив и вязкость) [7]. Некоторые, так называемые, активные наполнители способны даже усиливать прочностные и защитные свойства покрытий, а не просто «разбавлять» основной пигмент.

В данной работе была поставлена цель – проанализировать влияние местных для Республики Мордовии наполнителей (диатомита и доломита) на характеристики водорастворимых акриловых красок. В ходе экспериментальных исследований также варьировалось количество акриловой дисперсии и пигмента – диоксида титана; базовым наполнителем был выбран мел. В качестве плана эксперимента использовался план вида «состав-свойство» (см. табл. 1). Исследуемыми факторами послужили количественные содержания: x_1 – акриловой дисперсии «Акрэмос-101»; x_2 – диоксида титана TiO_2 , а также доля в смеси наполнителей: мела (v_1), диатомита (v_2) и доломита (v_3), причем $v_1 + v_2 + v_3 = 1$ и $0 \leq v_i \leq 1$. Содержание других компонентов смеси (загустителей, пеногасителей, биоцидных добавок и т.д.) принималось постоянным для всех составов. Уровни варьирования переменных факторов и план эксперимента приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1.

План экспериментального исследования

№ опыта	В нормализованных факторах					В натуральных факторах, масс. час.				
	v_1	v_2	v_3	x_1	x_2	мел	диатомит	доломит	Акрэмос-101	оксид титана
1	1	0	0	-1	-1	40	0	0	10	10
2	0	1	0	-1	-1	0	20	0	10	10
3	0	0	1	-1	-1	0	0	40	10	10
4	0.5	0.5	0	-1	0	20	10	0	10	15
5	0	1	0	-1	1	0	20	0	10	20
6	0.5	0	0.5	-1	1	20	0	20	10	20
7	1	0	0	0	1	40	0	0	20	20
8	0	0	1	0	1	0	0	40	20	20
9	0.5	0	0.5	0	0	20	0	20	20	15
10	1/3	1/3	1/3	0	-1	13.33	6.67	13.33	20	10
11	1	0	0	1	-1	40	0	0	30	10
12	0	1	0	1	-1	0	20	0	30	10
13	0	0	1	1	-1	0	0	40	30	10
14	0	0.5	0.5	1	0	0	10	20	30	15
15	0.5	0.5	0	1	-1	20	10	0	30	10
16	0.5	0	0.5	1	1	20	0	20	30	20
17	0	0	1	1	1	0	0	40	30	20

Таблица 2.

Уровни варьирования переменных факторов

Варьируемые компоненты красок, масс. час.	Уровни варьирования			Максимальное содержание наполнителей, масс. час.		
	-1	0	+1	мел	диатомит	доломит
дисперсия «Акрэмос-101»	10	20	30			
оксид титана	10	15	20	40	20	40

За эталон водно-дисперсионных красок при проведении сравнительных испытаний принималась отечественная ВД-АК-111 (ГОСТ 28196-89). Данная краска предназначена для наружной и внутренней окраски зданий и сооружений по кирпичным, бетонным, оштукатуренным и другим пористым поверхностям. Покрытия на основе водно-дисперсионной краски ВД-АК-111 охраняют защитные свойства не менее 5 лет в условиях умеренного климата.

Основные характеристики краски ВД-АК-111:

- внешний вид высохшей пленки (ГОСТ 28196-89) – ровная однородная матовая поверхность;
- массовая доля нелетучих веществ (сухой остаток) (ГОСТ 17537-72) – 47-52%;
- pH краски (ГОСТ 21119.3-75) – 8-9;
- условная вязкость (ВЗ-246) с диаметром сопла 4 мм (ГОСТ 8420-74) – не менее 12 с;
- укрывистость высушенной пленки (ГОСТ 8784 -75) – не более 100 г/м²;

- степень перетира (ГОСТ 6589-74) – не более 60 мкм;
- время высыхания до степени 3 (ГОСТ 19007-73) при 20° С – не более 1 ч.

При испытании полученных композиций, составы которых приведены в табл. 1, установлено, что степень перетира (не более 60 мкм), рН (8÷9) и время высыхания до степени 3 (менее 1 часа) для всех красок находятся в норме (ГОСТ 28196-89). Для анализа массовой доли нелетучих веществ (сухого остатка), укрывистости высушенной пленки и расхода краски вязкость по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм для всех составов выдерживалась в пределах 22-27 с. (ГОСТ 28196-89).

По результатам проведенных исследований были определены коэффициенты полиномиального уравнения:

$$\begin{aligned}
 y = & b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b_3 \cdot v_3 + b_{12} \cdot v_1 \cdot v_2 + b_{13} \cdot v_1 \cdot v_3 + b_{23} \cdot v_2 \cdot v_3 + \\
 & + b_{123} \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 + d_{11} \cdot v_1 \cdot x_1 + d_{21} \cdot v_2 \cdot x_1 + d_{31} \cdot v_3 \cdot x_1 + d_{12} \cdot v_1 \cdot x_2 + \\
 & + d_{22} \cdot v_2 \cdot x_2 + d_{32} \cdot v_3 \cdot x_2 + c_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + c_{11} \cdot x_1^2 + c_{22} \cdot x_2^2
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

и построены трехмерные графические зависимости, позволяющие проследить влияние варьируемых факторов (рис. 1–3) на характеристики ЛКМ.

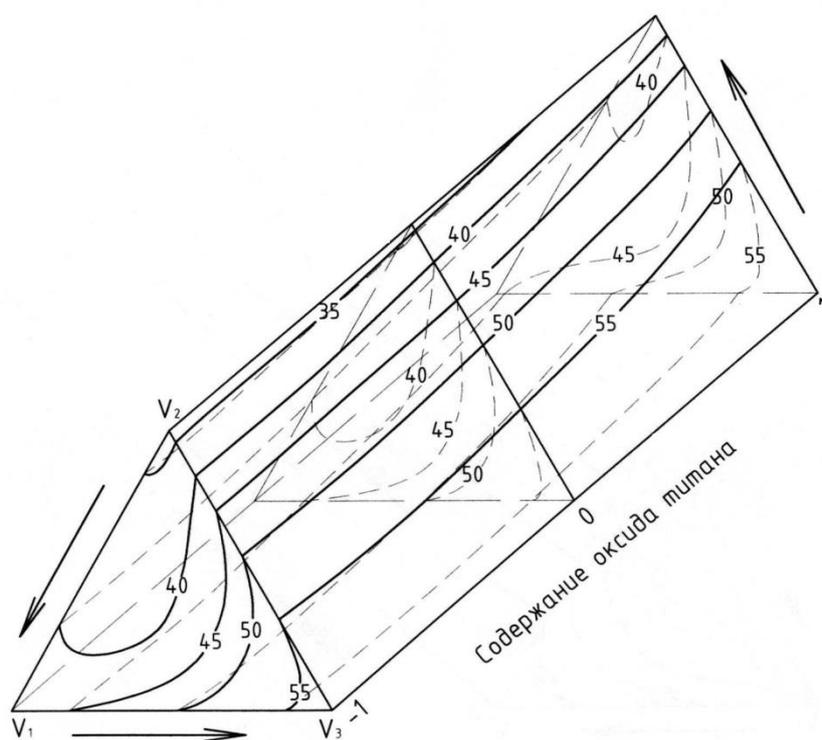


Рис. 1. Изменение сухого остатка ЛКМ ($x_1 = -1$) в зависимости от структурных параметров (x_1 – акриловая дисперсия «Акрэмос-101»; x_2 – диоксид титана TiO_2 ; v_1 – мел; v_2 – диатомит; v_3 – доломит).

Одним из основных параметров красок является сухой остаток (массовая доля нелетучих веществ). Установлено, что для составов, наполненных мелом и доломитом, происходит повышение значений сухого остатка при увеличении в краске количества

акриловой дисперсии «Акрэмос-101». Изменение доли пигмента (диоксида титана) не оказывает заметного влияния на величину сухого остатка. Незначительное увеличение данного параметра наблюдается для композиций, наполненных диатомитом. На графиках, представленных на рис. 1–3, хорошо видно влияние вида наполнителя на массовую долю нелетучих веществ. Так, краски, в которых в качестве наполнителя используется диатомит и комбинация «мел + диатомит», обладают наименьшим сухим остатком.

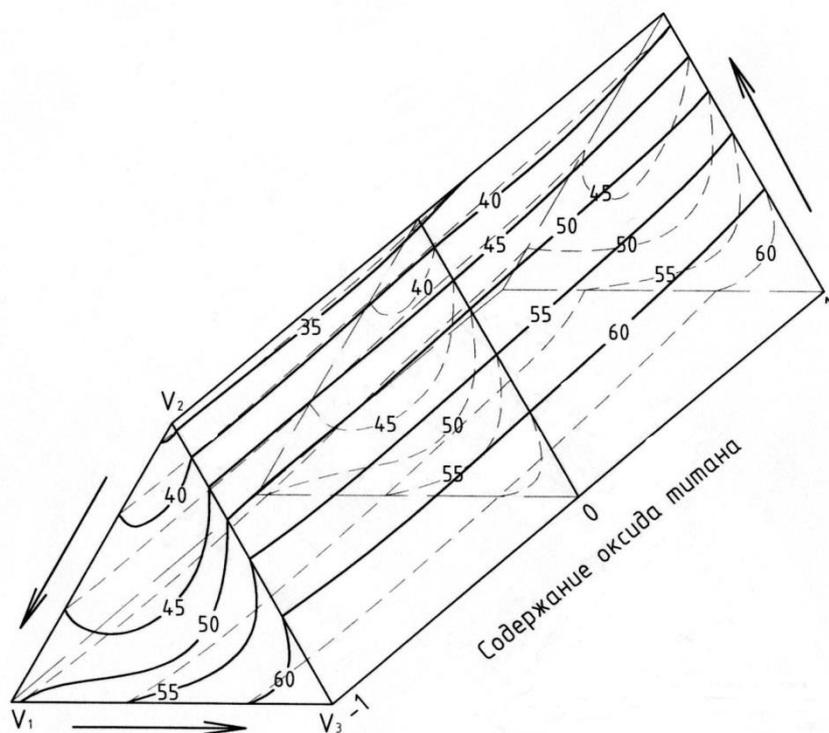


Рис. 2. Изменение сухого остатка ЛКМ ($x_1 = 0$) в зависимости от структурных параметров (x_1 – акриловая дисперсия «Акрэмос-101»; x_2 – диоксид титана TiO_2 ; v_1 – мел; v_2 – диатомит; v_3 – доломит).

Учитывая требования, предъявляемые к подобным краскам, минимальное значение сухого остатка должно быть не ниже 47÷52%. Отбрасывая все составы, имеющие более низкие значения, можно сделать вывод, что краски с наполнителями доломит, мел-доломит (50–50%) и диатомит-доломит (50–50%) удовлетворяют предъявляемым требованиям. Композиции, наполненные мелом, имеют сухой остаток, превышающий минимально-допустимый уровень только при содержании акриловой дисперсии более 20 мас. час. ($x_1 \geq 0$).

Наименьшие (не удовлетворяющие требованиям) значения данного параметра получены для красок, содержащих минимальное количество акриловой дисперсии ($x_1 = -1$), доломита менее 20–37% и мела, соответственно, более 63–80%. Практически аналогичная ситуация возникает и при анализе совместного влияния наполнителей доломита и диатомита.

В данном случае краски с оптимальным сухим остатком должны содержать доломита не менее 22÷34%.

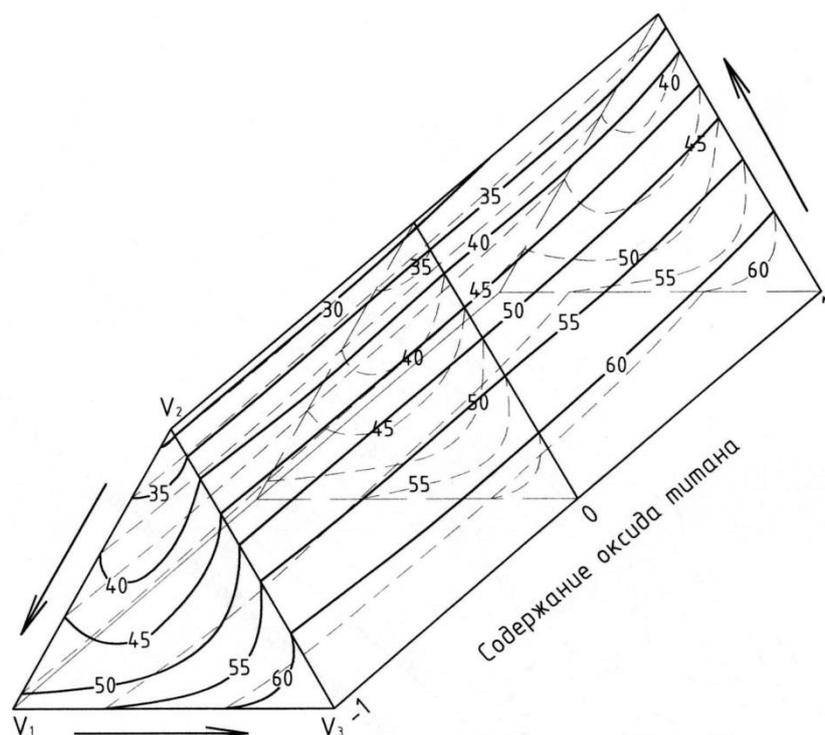


Рис. 3. Изменение сухого остатка ЛКМ ($x_1 = 1$) в зависимости от структурных параметров (x_1 – акриловая дисперсия «Акрэмос-101»; x_2 – диоксид титана TiO_2 ; v_1 – мел; v_2 – диатомит; v_3 – доломит).

На основе экспериментальных исследований установлено, что если в качестве наполнителей использовать диатомит и мел, то полученные краски имеют достаточно низкое содержание нелетучих веществ, еще больше снижающееся при увеличении в составе доли диатомита. В этом случае краски с допустимым сухим остатком можно получить только при достаточно большом содержании акриловой дисперсии $x_1 \geq 0$ и оксида титана $x_2 \geq 0$, а также минимальном количестве (до 12÷30%) диатомита и максимальном (более 70÷88%) мела.

В ходе экспериментального исследования также проводился анализ расхода краски, оцениваемого параметром «укрывистость» с применением черно-белой шахматной доски по ГОСТ 8784-75. Выявлено, что для всех исследуемых составов укрывистость достигается при нанесении двух слоев лакокрасочного покрытия. При этом наибольший расход краски, нанесенной в два слоя (в пересчете на сухую пленку), при минимальном количестве оксида титана наблюдался для композиций, наполненных доломитом. Повышение в смесях доли оксида титана приводит к увеличению расхода краски для составов, содержащих мел и комбинации наполнителей «мел + диатомит».

Композиции, содержащие в своем составе только доломит, обладают наименьшим

разбросом характеристик при различных сочетаниях количества акриловой дисперсии и пигмента. Наибольшие значения расхода краски для композиций, наполненных мелом, получают при максимальном содержании оксида титана. Увеличение количества акриловой дисперсии в составе лакокрасочной продукции, наполненной мелом и доломитом, при малом содержании отбеливающего пигмента приводит к значительному повышению укрывистости. С повышением доли оксида титана влияние степени наполнения значительно снижается. При увеличении доли мела в комбинации «мел + доломит», а также диатомита в комбинации «диатомит + доломит» при низких значениях пигмента происходит значительное уменьшение укрывистости ЛКМ. При высоком содержании в акриловых красках оксида титана изменение укрывистости практически не наблюдается.

Таким образом, использование в качестве наполнителей акриловых красок доломита и диатомита в оптимальных соотношениях позволяет получить составы с требуемой укрывистостью и массовой долей нелетучих веществ, что подтверждает целесообразность использования местных наполнителей Республики Мордовия для производства водно-дисперсионных красок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толмачев И. А., Петренко Н. А. Водно-дисперсионные краски строительного назначения // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1994. – № 6. – С. 29.
2. Кислова Ю. Е., Воронина Е. А., Кардаш П. В. Состояние и перспективы российского рынка акриловых дисперсий и водно-дисперсионных лакокрасочных материалов на их основе // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2005. – № 12. – С. 4–13.
3. Низина Т. А. Защитно-декоративные покрытия на основе эпоксидных и акриловых связующих. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 258 с.
4. Селяев В. П., Низина Т. А., Зубанкова Н. О. Исследование влияния структурирующих добавок на декоративные характеристики лакокрасочных покрытий // Известия ТулГУ. Серия: Строительные материалы, конструкции и сооружения. – Вып. 8. – Тула, 2005. – С. 137–141.
5. Низина Т. А., Селяев В. П., Зубанкова Н. О. Водно-дисперсионная краска. Патент на изобретение № 2348665 от 12.11.2007.
6. Толмачев И. А., Верхованцев В. В. Новые водно-дисперсионные краски. – Л.: Химия, 1979. – 200 с.
7. Ермилов П. И., Индейкин Е. А., Толмачев И. А. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы. – Л.: Химия, 1987. – 200 с.