

DOI: 10.12737/22021

Юракова Т.Г., канд. техн. наук, доц.,
Черноситова Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Юраков Н.С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ ПИГМЕНТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

tatjana.2006@mail.ru

Приведены результаты реализации полного факторного эксперимента по изучению влияния условий синтеза синего искусственного пигмента на его интенсивность отраженного света. Методом регрессионного анализа получена зависимость интенсивности отраженного света от влияющих факторов, позволяющая прогнозировать свойства этого материала.

Ключевые слова: пигмент, интенсивность отраженного света, регрессионный анализ, полный факторный эксперимент.

Важнейшей задачей архитектурно – строительного материаловедения является создание эффективных и экономичных материалов с заданными свойствами и рациональных технологий их производства. Немаловажным фактором, повышающим спрос на отделочные материалы, является разнообразная палитра цветовых оттенков.

Создание эффективных пигментных наполнителей для отделочных материалов позволяет получить композиционные материалы с улучшенным комплексом свойств, в том числе и в эстетическом плане.

Цветовые решения, используемые в архитектуре, имеют особое значение и могут способствовать оптимизации системы «человек-материал-среда обитания», так как каждый цвет обладает своей энергетикой и может по-разному влиять на психологическое состояние человека, которое ведет, в свою очередь, к физиологическим изменениям. Под воздействием цвета может изменяться частота пульса, особенности работы внутренних органов. Это связано с воздействием на периферическую нервную систему. Поэтому цветовое предпочтение потребителей влияет на выбор колористических характеристик отделочных материалов.

В лакокрасочной промышленности пигменты являются одним из основных компонентов красок, эмалей и грунтовок, широко применяемых в строительстве для придания изделиям декоративных свойств, в частности, определённого цвета, так как пигменты избирательно отражают лучи света.

Для того, чтобы найти зависимость интенсивности отраженного света пигментного наполнителя от ряда технологических факторов его производства целесообразно использовать методы планирования эксперимента и статистического анализа данных. Эти методы позволяют выявлять закономерности изменения свойств

различных материалов, оценивать стабильность технологических процессов производства, устанавливать взаимосвязи показателей качества и влияющих на них факторов.

В данной статье приведены результаты регрессионного анализа интенсивности отраженного света в видимой области.

Интенсивность отраженного света - способность пигмента к отражению света видимой части спектра определенных длин волн. Она выражается в относительных процентах. Этот показатель во многом зависит от размера и формы частиц пигмента и ряда других факторов.

При определении данного показателя использовали пигментный наполнитель - аналог железной лазури, полученный методами химического осаждения с использованием в качестве наполнителя высокодисперсного карбоната кальция. К достоинствам этого пигмента относятся: высокая дисперсность, светостойкость; термическая устойчивость, хорошая совместимость со многими строительными материалами и др.

Введение в пигментный наполнитель карбоната кальция в количестве 83–99 % масс. позволяет регулировать оттенки искусственного пигмента в пределах 27–80 % относительной интенсивности отраженного света.

С целью оптимизации технологического процесса получения искусственного синего пигмента и прогнозирования его оптических свойств, в частности, интенсивности отраженного света, были изучены условия синтеза этого материала с применением метода планирования эксперимента по матрице полного факторного эксперимента ПФЭ 2³. Исходные данные для планирования эксперимента приведены в табл. 1

В результате реализации эксперимента были получены значения, приведенные в табл. 2.

Таблица 1

Исходные данные для ПФЭ

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
Масс. % красителя, (C_k)	X_1	5	10	15	5
Соотношение ферроцианидов железа (II) и калия в пигментном наполнителе, (Ж/К)	X_2	0,3	0,5	0,7	0,2
Концентрация перекиси водорода, мл/100 г, (C_n)	X_3	2	4	6	2

Таблица 2

Матрица планирования и экспериментальные данные

Точки плана	Факторы			Интенсивность отраженного света, отн. %		Среднеарифметические значения \bar{y}_i
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	
1	+1	+1	+1	17	17,5	17,25
2	+1	+1	-1	35	34	34,5
3	+1	-1	+1	16,5	17	16,75
4	+1	-1	-1	33	33,5	33,25
5	-1	+1	+1	17,5	18	17,75
6	-1	+1	-1	36,5	37	36,75
7	-1	-1	+1	17,5	18	17,75
8	-1	-1	-1	34	34	34,0

Для предварительного анализа полученных данных использовались графические средства программного статистического комплекса STATISTICA: тернарные и XYZ 3D графики. Эта программа находит широкое применение для решения различных задач в области статистического анализа данных, оценки и прогнозирования показателей качества продукции.

Для построения тернарных графиков используется треугольная система координат: все

точки располагаются внутри равностороннего треугольника, в вершинах которого одна из переменных принимает максимальное значение (1,0), а остальные равны нулю. При этом значения четвертой переменной (функции отклика) изображены в зависимости от соотношения трех других. Положение каждой точки функции отклика определяется значениями факторов, выраженных в долях от единицы и отложенными по соответствующим осям.

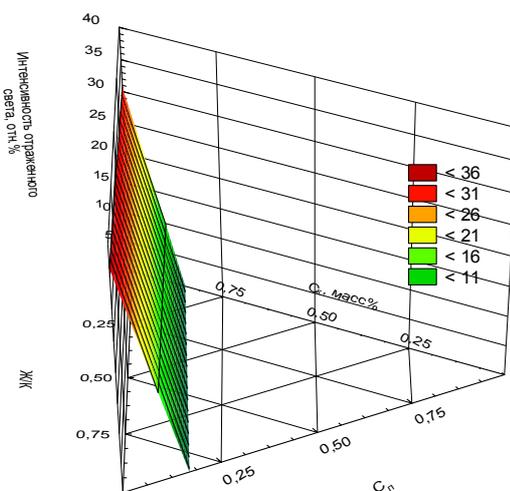


Рис. 1. Зависимость интенсивности отраженного света от соотношения варьирующих факторов

Как видно из представленного графика в исследованной области факторного простран-

ства на интенсивность отраженного света наиболее существенное влияние оказывает кон-

центрация перекиси водорода: чем меньше концентрация, тем лучше пигмент отражает свет. Увеличение содержания красителя и соотношения ферроцианидов железа (II) и калия в пиг-

ментном наполнителе приводит к незначительному увеличению функции отклика.

График поверхности функции отклика в зависимости от содержания красителя и концентрации перекиси представлен ниже.

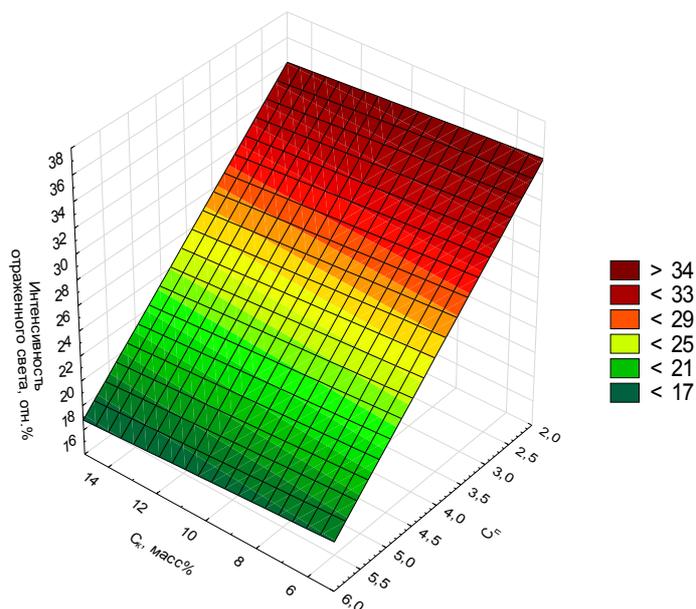


Рис. 2. Зависимость интенсивности отраженного света от концентрации перекиси водорода и содержания красителя

Рассчитанное в модуле Multiple Regression аналитическое выражение зависимости коэффициента отраженного света от факторов ПФЭ имеет вид:

$$y=42,96-0,11x_1+2,81x_2-4,31x_3 \quad (1)$$

В программе заложена проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии с помощью критерия Стьюдента и адекватности полученного математического описания с использованием критерия Фишера.

Уравнение получено в натуральных переменных и может быть использовано для прогнозирования значений интенсивности отраженного света для рассмотренного в данной работе синего пигмента.

На основе математической теории планирования эксперимента возможно регулирование оттенка железной лазури от бледно-голубого до синего путем варьирования соотношения красителя и наполнителя, дозировки перекиси водорода и соотношения ферроцианидов железа (II) и калия в искусственном пигментном наполнителе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беленький Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. Л.: Химия, 1974. 656с.

2. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика. Пер. с англ./ Под ред. Р. Ламбурна. СПб.: Химия, 1991. 512 с.

3. Индейкин Е.А., Лейбзон Л.Н., Толмачов И.А. Пигментирование лакокрасочных материалов. Л.: Химия, 1986. 160 с.

4. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. Города России. 2013. Вып.31 (50). Ч.1. С.131–136.

5. Базыма Б.А. Цвет и психика. Монография. Харьков.: ХГАК, 2001. 172 с.

6. Юракова Т.Г., Черноситова Е.С. Прогнозирование показателей качества искусственных пигментов на основе регрессионного анализа // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 84–87.

7. Гуревич М.Н., Ицко Э.Ф., Середенко М.Н. Оптические свойства лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1984. 120с.

8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.

9. Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко И.А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии. Киев.: Наук. Думка, 1980. 207 с.

10. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер. 2003. 688 с.

Yurakova T.G., Chernositova E.S., Yurakov N.S.

STUDY OF THE OPTICAL PROPERTIES ARTIFICIAL PIGMENT FILLERS

Results of realisation of full factorial experiment on studying of influence of conditions of synthesis of a dark blue artificial pigment on it spreading rate are resulted. The method perspective of the analysis receives dependence spreading rate from the influencing factors, allowing to predict properties of this material.

Key words: pigment, spreading rate, regression analysis, full factorial design.

Юракова Татьяна Геннадиевна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: tatjana.2006@mail.ru

Черноситова Елена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: ES-Helen@ya.ru

Юраков Никита Сергеевич, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: InSert41@mail.ru