

Библиографический список

1. Стариков А.В. Виртуальные конструкторские бюро мебели // Актуальные проблемы современной информатики: I международная заочная научно-практическая конференция. Коломна: МГОСГИ, 2011. С. 167-171.

2. Стариков А.В. Теоретические и методологические основы автоматизации проектирования корпусной мебели в условиях позаказного промышленного производства: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Воронеж, 2011. 36 с.

3. Стариков А.В., Харин В.Н. Управление сложными проектами в интегриро-

ванных САПР: монография. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2002. 134 с.

4. Тарасов В.Б. Эволюционная семиотика и нечеткие многоагентные системы – основные теоретические подходы к построению интеллектуальных организаций // Информационные технологии и вычислительные системы. 1998. №1. С. 54-68.

5. Новая парадигма проектирования САПР сложной корпусной мебели для позаказного промышленного производства / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков, А.А. Старикова [и др.]: монография. М.: МГУЛ, 2007. 320 с.

DOI: 10.12737/1764

УДК 684.4.059.3

ОСОБЕННОСТИ ОТДЕЛКИ МЕБЕЛЬНЫХ ФАСАДОВ ИЗ МДФ

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механической технологии древесины

И. В. Новоселова

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

niki-novoselov@yandex.ru, mtd.vrn@mail.ru

При укрывистой отделке древесных материалов, в частности, МДФ, часто используется Краколет – спецэффект для создания трещин на поверхности мебельных деталей [1].

В настоящее время подобный продукт имеется в линейке продукции, выпускаемой многими фирмами-производителями лакокрасочных материалов, и достаточно широко используется изготовителями мебели. Однако мебельщики отмечают, что его действие проявляется весьма нестабильно, несмотря на соблюдение всех норм технологии отделки. Например, временной отрезок

от момента нанесения Краколета до появления первых трещин фиксируется нечетко и колеблется в различных пределах. Также отмечается неравномерность появления трещин на пласти деталей. Зачастую на покрытии образуются трещины не тех размеров, которые планировалось получить. То же касается и «островков», получающихся более крупными или мелкими по сравнению с ожидаемыми. В связи с этим бывает трудно подобрать парные элементы фасадов (например, двери) со схожими рисунками так, чтобы не ухудшились декоративные свойства изделия.

Цель данных исследований – выявление возможности достоверного прогнозирования течения процесса отделки при варьировании технологических свойств спецэффекта Краколет.

В качестве базовой была принята технология отделки мебельных фасадов из МДФ лакокрасочными материалами итальян-

янской фирмы «Sayerlack» с использованием полиуретановой грунтовки TU100, полиуретановой грунтовки TU 213/13, нитроцеллюлозной грунтовки SU 220, спецэффекта Краколет IF490/74, нитроцеллюлозного лака SC 1361.

В техническом описании спецэффекта приводятся следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики спецэффекта Краколет

Параметры	Единица измерения	Норматив
Содержание нелетучего вещества	%	17...37
Плотность	кг/л	0,936...1,150
Вязкость (DIN 4 при 20 °C)	с	80±5
Рекомендуемый вес жидкого слоя	г/м ²	100...120
Рецептура смешивания:	по весу	
часть А	кг	100
растворитель	кг	70...80

Производитель отмечает, что эффект проявления трещин будет различным при изменении количества растворителя, расхода Краколета, способа его нанесения. Таким образом, требуется, применяя методы математического моделирования, определить оптимальные технологические параметры процесса, которые позволяют влиять на его ход, а также предложить соответствующий математический аппарат для его описания.

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (1)$$

Выходным параметром было избрано время начала образования трещин на покрытии (y).

Переменные факторы (x_i) и уровни их варьирования представлены в табл. 2.

При обработке результатов опытов были получены данные, приведенные в

При проведении исследований вязкость материала определяли вискозиметром ВЗ–246 (4), время фиксировали секундомером, расход Краколета и содержание нелетучих веществ контролировали весовым способом, остальные показатели оценивали визуально.

Был поставлен многофакторный эксперимент с осуществлением полного факторного плана 2³. В данном случае процесс можно описать математической моделью:

табл. 3.

Для проверки однородности дисперсий использовали критерий Кохрена. Вначале нашли построчные дисперсии при двух дублированных опытах:

$$S_u^2 = 2 \cdot (Y_u^{(1)} - \bar{Y}_u)^2 = 2 \cdot (Y_u^{(2)} - \bar{Y}_u)^2, \quad (2)$$

Таблица 2

Значения и уровни варьируемых факторов

Наименование фактора	Единица измерения	Обозначения		Уровни варьирования			Шаг варьирования	Формула пересчета
		натуральные	кодированные	-1	0	+1		
Вес жидкого слоя	г/м ²	V ₁	x ₁	100	110	120	10	$x_1 = \frac{V_1 - 110}{10}$
Вязкость по ВЗ-246(4)	с	V ₂	x ₂	75	80	85	5	$x_2 = \frac{V_2 - 80}{5}$
Содержание нелетучих	%	V ₃	x ₃	25	30	35	10	$x_3 = \frac{V_3 - 30}{10}$

Таблица 3

Статистические характеристики

Статистические характеристики	Значение	Примечание
Отношение максимальной дисперсии к сумме дисперсий опытов	0.120	
Критерий Кохрена	0.68	
Дисперсии опытов однородны		
Дисперсия воспроизводимости	0.500	F1=8
Критерий Стьюдента T(8)	2.31	
Коэффициенты регрессии:		
B0	12.000	значим
B1	-1.000	значим
B2	-1.500	значим
B3	0.000	незначим
B12	0.000	незначим
B13	0.000	незначим
B23	0.000	незначим
Дисперсия коэффициентов регрессии	0.031	
Дисперсия адекватности	0.000	F2=5
Критерий Фишера F(5,8)	3.700	
Уравнение регрессии адекватно, т.к. отношение дисперсии адекватности к дисперсии воспроизводимости меньше критерия Фишера		

где $Y_u^{(i)}$ – значение выходной величины для i-го опыта;

\bar{Y}_u – среднее значение выходной величины.

Затем рассчитали величину

$$g = \frac{S_u^2(\max)}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (3)$$

где $S_u^2(\max)$ – максимальная построчная дисперсия.

$$g = \frac{0,5}{4} = 0,12.$$

Табличное значение квантиля распределения Кохрена $g_{1-g}(N, f)$ при числе степеней свободы построчной дисперсии $f = 2 - 1 = 1$ и числе опытов $N = 8$ при уровне значимости $g = 0,05$ равно 0,68. Таким образом, дисперсии можно считать однородными, так как выполняется условие:

$$g < g_{1-g}(N, f), \quad (4)$$

$$0,12 < 0,68.$$

Дисперсию воспроизводимости можно найти как среднюю величину

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^N S_u^2}{N}. \quad (5)$$

$S_y^2 = 0,5$ при числе степеней свободы $f = N(n-1) = 8(2-1) = 8$.

Коэффициенты регрессии вычисляли по формулам:

$$b_0 = 1 / N \left(\sum_{u=1}^N \bar{Y}_u \right); \quad (6)$$

$$b_i = 1 / N \left(\sum_{u=1}^N x_{iu} \sum_{u=1}^N \bar{Y}_u \right); \quad (7)$$

$$b_{ij} = 1 / N \left(\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{Y}_u \right). \quad (8)$$

Оценку значимости коэффициентов регрессии производили по критерию Стьюдента. Далее вычисляли дисперсии коэффициентов регрессии. Для полнофакторного плана оценки дисперсий всех коэффициентов регрессии равны и вычисляются как:

$$S^2(b_i) = \frac{S_y^2}{N \cdot n}; \quad (9)$$

$$S^2(b_i) = \frac{0,5}{8 \cdot 2} = 0,03125.$$

Среднеквадратичное отклонение вычисляли по формуле:

$$S(b_i) = \sqrt{S^2(b_i)}; \quad (10)$$

$$S(b_i) = 0,1768.$$

Для каждого коэффициента регрессии нашли величину

$$t_i = \frac{|b_i|}{S(b_i)}; \quad (11)$$

$$t_0 = \frac{|12|}{0,1768} = 67,87;$$

$$t_1 = \frac{|-1|}{0,1768} = 5,66;$$

$$t_2 = \frac{|-1,5|}{0,1768} = 8,48.$$

Коэффициент регрессии считается значимым, если выполняется условие:

$$t_i \geq t_{1-g/2}(f_y), \quad (12)$$

где $t_{1-g/2}(f_y)$ – критерий Стьюдента.

При числе степеней свободы дисперсии воспроизводимости $(f_y) = N(n-1) = 8 \cdot 1 = 8$ и уровне значимости $g = 0,05$ критерий Стьюдента равен 2,31.

Таким образом, незначимыми являются коэффициенты $b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}$, которые можно исключить из уравнения регрессии ввиду того, что данные факторы оказывают слабое влияние на выходную величину. Следовательно, математическая модель строится в следующем виде:

$$y = 12 - x_1 - 1,5x_2. \quad (13)$$

Далее произвели проверку адекватности построенной модели. Для этого нашли дисперсию адекватности S_{ad}^2 , связанную с отклонением экспериментальных значений выходной величины от теоретических, найденных по уравнению регрессии:

$$S_{ad}^2 = \frac{n}{N-p} \sum (\bar{Y}_n - \hat{Y}_u)^2, \quad (14)$$

где p – количество значимых коэффициентов регрессии;

\hat{Y}_u – расчетное значение выходной величины.

Число степеней свободы дисперсии

$$f_{ad} = N - p = 8 - 3 = 5. \quad (15)$$

Подставив в формулу значения

$$\bar{y}_1 = 14,5; \quad \bar{y}_2 = 12,5; \quad \bar{y}_3 = 11,5; \quad \bar{y}_4 = 9,5;$$

$$\bar{y}_5 = 14,5; \quad \bar{y}_6 = 12,5; \quad \bar{y}_7 = 11,5; \quad \bar{y}_8 = 9,5;$$

$$\hat{y}_1 = 9,5; \quad \hat{y}_2 = 11,5; \quad \hat{y}_3 = 12,5; \quad \hat{y}_4 = 14,5;$$

$$\hat{y}_5 = 9,5; \quad \hat{y}_6 = 11,5; \quad \hat{y}_7 = 12,5; \quad \hat{y}_8 = 14,5,$$

нашли, что $S_{ad}^2 = 0$.

Адекватность модели оценивается отношением:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2}; \quad (16)$$

$$F = \frac{0}{0,5} = 0.$$

Это значение сравнили с критерием Фишера $F_{1-g}(f_{ad}, b_y)$ при уровне значимости $g = 0,005$ и степенях свободы $f_{ad} = 5$, $f_y = 8$ и получили $F_{1-0,5}(5,8) = 3,7$.

Найденное значение:

$F < F_{1-0,5}(f_{ad}, b_y)$ это значит, что математическая модель адекватно описывает

результаты эксперимента. Чтобы получить уравнение регрессии в натуральных значениях факторов, использовали формулы пересчета из табл. 1.

Таким образом, процесс адекватно описывается моделью вида:

$$y = 43,5 - 0,2V_1 - 0,15V_2. \quad (17)$$

Полученное уравнение регрессии было использовано для построения графических зависимостей выходной величины (y) от факторов (x_1 и x_2), находящихся в соответствующих диапазонах варьирования (рис.).

Данный график позволяет с высокой точностью определить время начала действия краколета IF490 в зависимости от его технологических свойств, меняющихся в процессе приготовления рабочего состава.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы.

Факторы расхода Краколета и количества введенного в него растворителя являются значимыми, при этом последний оказывает наибольшее влияние на процесс.

Наибольшая скорость действия Краколета наблюдается в случае содержания в его составе растворителя DT 1105 в количестве 80 частей по весу и нанесении с расходом 120 г/м².

Увеличения скорости образования трещин на 10 % можно добиться, используя холодный воздушный обдув отделанных деталей.

При ручном нанесении Краколета большую роль играет перекрытие смежных полос: его отсутствие ведет к образованию нерастрескавшихся мест; слишком

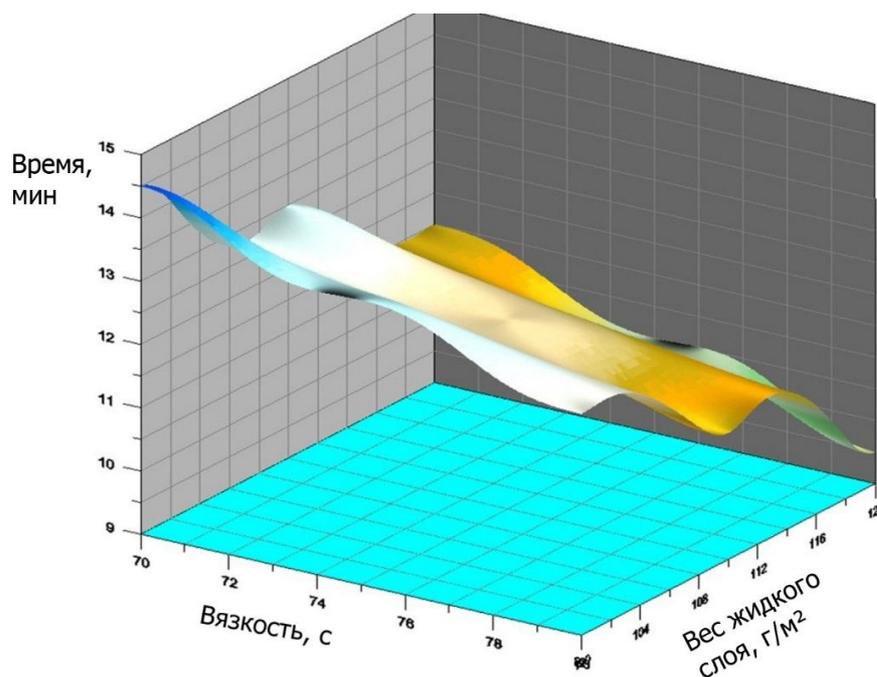


Рисунок. Зависимость времени начала действия Краколета от его рецептуры

широкие полосы перекрытия слоев материала способствуют неравномерности распределения трещин по площади детали.

Нанесение Краколета с расходом 120 г/м^2 ведет к образованию широких и редких трещин, расход 100 г/м^2 обеспечит получение наиболее равномерных узких и частых трещин.

При весе жидкого слоя 120 г/м^2 «островки» на отделочном покрытии получают более крупными по площади.

При нанесении спецэффекта кистью и валиком наблюдается продольная ориентировка трещин, а при использовании губки и распылителя – хаотичная.

Библиографический список

1. Новоселова И.В. Искусственное старение мебели // Дизайн и производство мебели. 2004. №4. С. 35-36.

DOI: 10.12737/1765

УДК 684.4.059.3

ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механической технологии древесины

И. В. Новоселова

студент **А. П. Патюцько**

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

niki-novoselov@yandex.ru, mtd.vrn.@mail.ru

Задача увеличения срока службы ме-

бельных изделий в настоящее время явля-