

Л. Ф. Донченко

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ НАЛИВА

Для отделки разборной щитовой мебели широко применяется метод налива. Этот метод обеспечивает высокую производительность, экономичность, позволяет автоматизировать процесс отделки. Вопросы о формировании покрытия при наливе и количественной оценке глубины неровностей покрытия (δ_3) не освещались в литературе. Между тем в связи с механизацией и автоматизацией процессов отделки необходимо знание факторов, влияющих на образование неровностей покрытия.

Древесина имеет капиллярно-пористое строение. При любом положении плоскости среза на поверхности древесины оказывается часть перерезанных клеток, образующих структурные неровности. При перемещении щита на лаконаливных машинах под лаковой завесой лак ложится на его поверхность одинаковой толщиной и попадает в структурные неровности. Структурные неровности при рассмотрении в микроскоп имеют разную форму: треугольника, параболы, сегмента. После порозаполнения они больше напоминают вид параболы. При нанесении слоя лака (рис. 1) над неровностью оказывается слой $\delta_{1л} l$, это количество лака попадает в неровность. Высота слоя лака H_3 зависит от формы и глубины неровности H_2 , толщины слоя лака $\delta_{1л}$, растекаемости и вида лака. Дополнительно площади 1, 5, 7 и 2, 6, 8 (рис. 1) благодаря растеканию сдвигаются в неровность, и тем самым увеличивается количество лака в неровности H_3 . С нарастанием вязкости (в результате испарения растворителей) растекание прекращается. После высыхания покрытия его поверхность имеет неровности, зависящие от неровностей подложки, недостаточного разлива лака, неравномерного нанесения, дефектов сушки и т. п. Но в основном неровности покрытия образуются за счет структурных неровностей. После сушки покрытие по толщине неравномерное: оно толще там, где были максимальные структурные неровности.

Рассмотрим схемы формирования покрытий.

1. Толщина слоя лака меньше глубины неровностей (см. рис. 1).

$$\delta_{1л} < \alpha H_2, \quad (1)$$

где α — коэффициент, зависящий от формы неровностей. $\alpha = \frac{2}{3}$; $\frac{1}{2}$... и т. д.

В этом случае лак $\delta_{1л}$ l входит в неровность и занимает ее не полностью. Можно записать

$$\alpha H_2 l - \delta_{1л} l \approx h_{11} l. \quad (2)$$

После высыхания толщина покрытия в неровности будет

$$\delta_{1в} = (H_2 - h_{11}) K \beta, \quad (3)$$

где K — коэффициент усадки лака (отношение толщины покрытия к толщине слоя лака, его образовавшего);

β — коэффициент, учитывающий стекание лака.

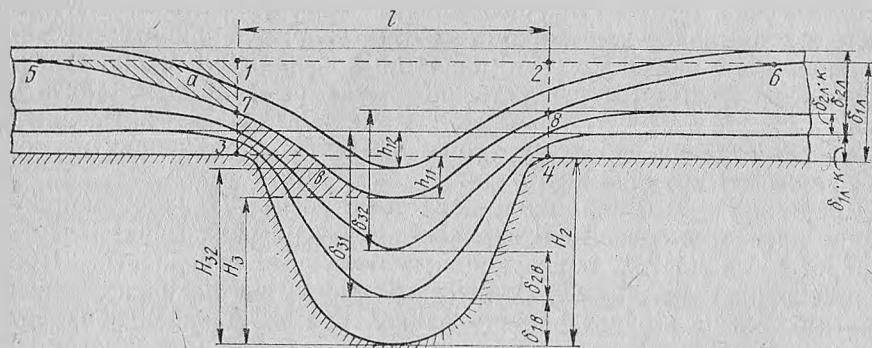


Рис. 1. Схема образования покрытия над структурной неровностью.

Площади a и b могут быть равны, тогда $\beta = 1$.

Если слой лака толще, то площадь a увеличивается и может быть больше площади b , тогда $\beta > 1$.

Если слой лака очень тонкий, то $a < b$, часть лака останется на стенках неровностей, $\beta < 1$.

Во всяком случае имеем β близкое к 1.

Глубина неровностей покрытия после первого лакирования

$$\delta_{31} = H_2 + \delta_{1л} K - \delta_{1в} = [1 - \beta K (1 - \alpha)] H_2 - (\beta - 1) \delta_{1л} K. \quad (4)$$

После второго лакирования на основании формул (2), (1) можно записать

$$\delta_{2л} < \alpha \delta_{31}; \quad h_{12} = \alpha \delta_{31} - \delta_{2л}; \quad \delta_{2в} = (\delta_{31} - h_{12}) K \beta.$$

Глубина неровностей покрытия после второго лакирования равна

$$\delta_{32} = H_2 + \delta_{1л} K + \delta_{2л} K - \delta_{1в} - \delta_{2в} = [1 - \beta K (1 - \alpha)]^2 H_2 - [1 - \beta K (1 - \alpha)] [\beta - 1] \delta_{1л} K - (\beta - 1) \delta_{2л} K. \quad (5)$$

Рассуждая и дальше так, получим следующую формулу для определения глубины неровностей покрытия δ_{3n} после n -го лакирования:

$$\delta_{3n} = [1 - \beta K(1 - \alpha)]^n H_2 - [1 - \beta K(1 - \alpha)]^{n-1} (\beta - 1) \delta_{1л} K - \dots - (\beta - 1) \delta_{nл} K. \quad (6)$$

При нанесении слоев лака толщиной

$$\delta_{1л} < \alpha H_2; \delta_{2л} < \alpha \delta_{31}; \dots \quad (7)$$

можно в формуле пользоваться только первым слагаемым. Ошибка при этом составит до 5%.

$$\delta_{3n} \approx [1 - \beta K(1 - \alpha)]^n H_2. \quad (8)$$

Условие (7) требует нанесения очень тонких слоев лака, что не всегда возможно сделать на лаконоаливной машине. Имеем по расходу лака самую экономичную схему. При одной и той же толщине покрытия по первой схеме получим наименьшую глубину неровностей покрытия.

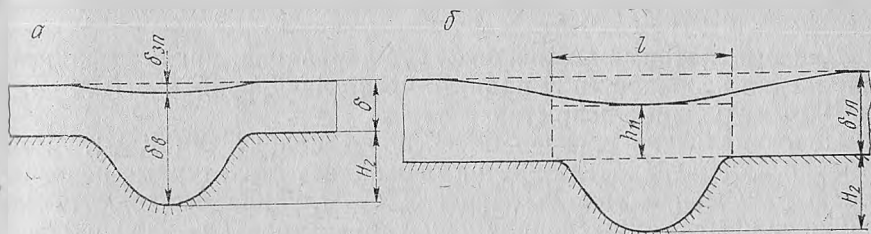


Рис. 2. а — поверхность покрытия после n -го лакирования и сушки; б — схема заполнения неровностей при $\delta_{1л} > \alpha H_2$.

2. Толщина слоя лака больше глубины неровностей (рис. 2, б).

$$\delta_{1л} > \alpha H_2; \delta_{2л} > \alpha \delta_{31} \dots; \gamma \delta_{nл} - \alpha H_2 l \approx h_{11} l,$$

$$\delta_{16} = (h_{11} + H_2) K,$$

где γ — коэффициент, учитывающий, что в неровность попадает не $\delta_{1л} l$ лака, а несколько больше.

Глубина неровностей покрытия после первого лакирования

$$\delta_{31} = H_2 + \delta_{1л} K - \delta_{16} = [1 - (1 - \alpha) K] H_2 - (\gamma - 1) \delta_{1л}. \quad (9)$$

Аналогично, глубина неровностей после n -го лакирования (рис. 2, а)

$$\delta_{3n} = [1 - (1 - \alpha) K]^n H_2 - [1 - (1 - \alpha) K]^{n-1} (\gamma - 1) \delta_{1л} K - \dots - (\gamma - 1) \delta_{nл} K. \quad (10)$$

Глубина неровностей покрытия тем меньше, чем больше число лакирований (n), меньше глубина структурных неровностей H_2 , чем больше коэффициент усадки (K).

3. *Слой лака толстый.* После нанесения поверхность лака ровная. В неровности оказывается слой лака ($H_2 + \delta_{1л}$). Эта схема характерна для нанесения полиэфирных лаков. Вязкость нарастает медленно.

$$\begin{aligned} \delta_{1в} &= (H_2 + \delta_{1л}\gamma)K; \delta_3 = H_2 + \delta_{1л}K - \delta_{1в}; \\ \delta_3 &= (1-K)H_2 - (\gamma-1)\delta_{1л}K. \end{aligned} \quad (11)$$

На кафедре МТД БТИ им. С. М. Кирова проводилась работа по количественному определению глубины неровностей покрытия.

Отделка образцов производилась на лаконоливной машине нитроцеллюлозными лаками НЦ-218, НЦ-223. Образцы фанерованы шпоном, строганным из дуба, красного дерева и ореха.

Предварительные опыты показали, что коэффициент заполнения неровностей A ($A = \frac{\delta}{\delta_в}$ — отношение толщины покрытия на ровной поверхности к толщине покрытия в неровности) у древесины красного дерева и ореха почти совпадает. Поэтому нами приняты образцы, фанерованные шпоном, строганным из дуба и красного дерева.

Для выявления влияния числа лакирований на коэффициент заполнения неровностей A принято число лакирований $n=2, 3, 4, 7$ на 100 мк толщины покрытия.

Порозаполнение производилось порозаполнителем КФ-1. Равномерно на поверхности образца отмечались структурные неровности. В отмеченных местах определялась глубина неровностей H_2 . Сушка покрытий происходила при температуре 18—23°C и повышенной температуре.

На третьи сутки после последнего лакирования определяли δ , δ_2 , H_2 и отношение $\frac{\delta}{\delta_в}$ (рис. 2, а). Вязкость лака менялась в пределах 50÷100 сек по ВЗ-4.

Для примера даны только два графика зависимости $A = \frac{\delta}{\delta_в}$ от глубины структурных неровностей H_2 , числа лакирований n , температуры сушки, коэффициента усадки K , вязкости. Все данные обработаны методами вариационной статистики. Получены следующие зависимости:

$$\frac{\delta}{\delta_в} = 0,00058 \delta_{1л} + 0,81 - 0,0023 H_2 \quad (\text{красное дерево}), \quad (12)$$

$$\frac{\delta}{\delta_в} = 0,00043 \delta_{1л} + 0,84 - 0,0022 H_2 \quad (\text{дуб}). \quad (13)$$

Неровности на древесине красного дерева заполняются лучше, чем на древесине дуба при одной и той же их глубине. Это можно объяснить тем, что форма неровностей у этих пород различна.

Вязкость в 60—70 сек и повышенная температура сушки покрытия улучшают заполнение неровностей на 2—5%. При вязкости 60—70 сек по ВЗ-4 лак более продолжительное время остается подвижным и лучше заполняет неровности, чем при вязкости 90—100 сек. Повышенная температура сушки в первый период способствует снижению вязкости системы, тем самым улучшается заполнение неровностей. С увеличением глубины неровностей улучшается за-

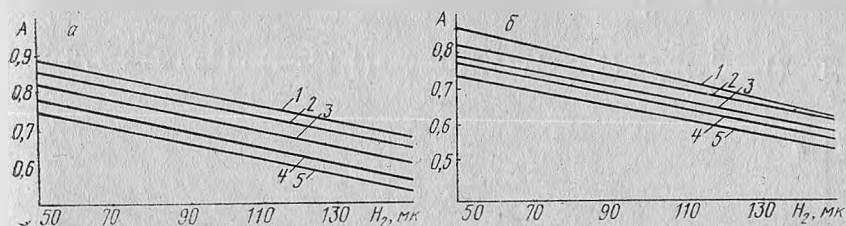


Рис. 3. Зависимость коэффициента заполнения неровностей $A = \frac{\delta}{\delta_a}$ от глубины структурных неровностей H_2 (температура — 18—23°C, вязкость по ВЗ-4 — 60—70 сек, $K = 0,21$).

Для дуба (а):

1 — $A = 0,97 - 0,0020 H_2$ $n=1$; 2 — $A = 0,96 - 0,0021 H_2$ $n=2$; 3 — $A = 0,94 - 0,0023 H_2$ $n=3$; 4 — $A = 0,90 - 0,0023 H_2$ $n=4$; 5 — $A = 0,87 - 0,0023 H_2$ $n=7$.

Для красного дерева (б):

1 — $A = 0,91 - 0,0020 H_2$ $n=2$; 2 — $A = 0,88 - 0,0020 H_2$ $n=3$; 3 — $A = 0,87 - 0,0021 H_2$ $n=4$; 4 — $A = 0,83 - 0,0020 H_2$ $n=7$; 5 — $A = 0,95 - 0,0021 H_2$ $n=1$.

полнение их, так как уклон дна неровностей больше, а следовательно, и большее количество лака стекает.

На основании формул (12) и (13) и рис. 3 имеем: $\frac{\delta}{\delta_a} = A$;

$\delta_a = \frac{\delta}{A}$; $\delta + H_2 - \delta_a = \delta_{3n}$. Используя последнюю зависимость и формулу (10), мы определили значение γ (рис. 4):

1) $\gamma = 0,000014 H_2^2 - 0,0003 H_2 + 1,12$;
 2) $\gamma = 0,000022 H_2^2 - 0,0029 H_2 + 1,26$ (дуб)

(7 слоев лака на 100 мк покрытия, вязкость 50—70 сек по ВЗ-4, при повышенной температуре сушки);

3) $\gamma = 0,000020 H_2^2 - 0,0026 H_2 + 1,18$

(7 слоев лака, вязкость 90—100 сек по ВЗ-4, температура сушки 18—23°C).

Соответственно для красного дерева:

1) $\gamma = 0,000020 H_2^2 - 0,0010 H_2 + 1,160$;

2) $\gamma = 0,000026 H_2^2 - 0,0027 H_2 + 1,24$;

3) $\gamma = 0,000010 H_2^2 - 0,0003 H_2 + 1,11$.

Как видно (рис. 4, кривая 3), для нанесения тонких слоев надо применять лаки низкой вязкости.

Пример. Определить глубину неровностей покрытия δ_{33} .

Дано: Число лакирований — 3, порода — дуб, $H_2=150$ мк,

$$\delta=100 \text{ мк}, K=0,22.$$

Решение:

$$\begin{aligned} \delta_{33} &= [1 - (1 - \frac{2}{3}) 0,22]^3 150 - [1 - (1 - \frac{2}{3}) K]^2 (1,4 - 1) 200 \cdot 0,22 - \\ &- [1 - (1 - \frac{2}{3}) 0,22] (1,4 - 1) 140 \cdot 0,22 - (1,4 - 1) \cdot 115 \cdot 0,22 = 72 \text{ мк}. \end{aligned}$$

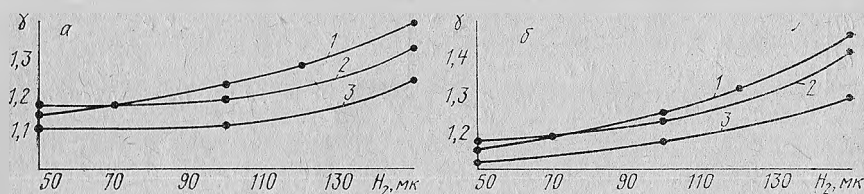


Рис. 4. Влияние глубины структурной неровности H_2 на коэффициент γ .

Для дуба (а):

$$1 - \gamma = 0,000014 H_2^2 - 0,0003 H_2 + 1,12; \quad 2 - \gamma = 0,000022 H_2^2 - 0,0029 H_2 + 1,26; \quad 3 -$$

$$\gamma = 0,00020 H_2^2 - 0,0026 H_2 + 1,18.$$

Для красного дерева (б):

$$1 - \gamma = 0,000020 H_2^2 - 0,0010 H_2 + 1,16; \quad 2 - \gamma = 0,000026 H_2^2 - 0,0027 H_2 + 1,24; \quad 3 - \gamma = 0,000010 H_2^2 - 0,0003 H_2 + 1,11.$$

Пользуясь формулой (10), можно решить и другие вопросы: задавшись δ_{3n} , определить число лакирований n . Полученными данными можно пользоваться при выборе оптимальной толщины покрытия, при определении толщины снимаемого слоя при шлифовании.