

УДК 655.028

О. П. Старченко

доцент, канд. техн. наук

П. А. Петрушевич

студентка 3 курса, БГТУ, Минск

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НА КАЧЕСТВО ЛАКИРОВАНИЯ ОТТИСКОВ

Одним из основных назначений процесса лакирования является защита печатного изделия от истирания и царапин. Это особенно важно при производстве упаковки и этикеток, так как благодаря подобной защите красочного слоя стало возможным транспортировать и хранить упакованную продукцию без потери внешнего вида. Кроме того, лаки способны придавать поверхности эффект глянца или матовости, предотвращают отмарывание при проведении последующей отделки печатной продукции, создают термочувствительный слой.

На современном рынке расходных полиграфических материалов водно-дисперсионные лаки (ВД-лаки) получили наибольшее распространение. Это обусловлено, прежде всего, их универсальностью и отсутствием каких-либо специальных условий при лакировании в типографии. Они наносятся практически на любые печатные основы (бумажные и полимерные) и краски, любым способом (кроме трафаретного). Их преимущества — отсутствие необходимости применения специальных энергоемких устройств для закрепления пленки водных лаков, процесс не сопровождается выбросом вредных веществ.

Широкое применение находят ВД-лаки в качестве грунтовых лаков перед нанесением УФ-лака на пористые сорта картона и бумаги, что обеспечивает высокий конечный глянец.

Таким образом, представляет интерес исследование влияния структурно-механических характеристик материалов и режимных параметров процесса на качество лакирования оттисков.

Механизм сушки термически сохнущих ВД-лаков представляет совокупность физико-химических процессов, основанных на частичном испарении воды из лаковой пленки, с одной стороны, и частичном впитывании воды в поверхность бумаги или

картона — с другой. Отсюда следует, что на скорость процесса и качество лакирования влияние оказывает капиллярное впитывание водной составляющей лака.

Бумага и картон — анизотропные материалы с неориентированным расположением волокон, состоящие преимущественно из целлюлозных волокон различного типа и наполнителей. В листе бумаги или картона между волокнами и наполнителем имеются заполненные воздухом мельчайшие поры различного размера и формы — система капилляров, которая вместе с гидрофильными целлюлозными волокнами обеспечивает их впитывающую способность.

Глубина проникновения жидкости h связана с длиной капилляров l_k и коэффициентом извилистости капилляров β равенством [1]:

$$h = l_k / \beta. \quad (1)$$

Капиллярное впитывание, отражающее кинетику проникновения жидкости в капилляр, определяется уравнением Уошборна [1]:

$$l_k = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{ж}} r t \cos \theta}{2\eta}}, \quad (2)$$

где l_k — длина капилляра;
 $\sigma_{\text{ж}}$ — поверхностное натяжение лаковой пленки;
 θ — краевой угол смачивания;
 r — радиус капилляра;
 t — время;
 η — вязкость лака.

Коэффициент β определяется как увеличение пути l , проходимо-го частицами проникающей жидкости за счет диффузии и случайных блужданий на фрактальных решетках порового пространства. Диффузионный фронт имеет фрактальную структуру, характеризуемую размерностью G . Множество траекторий частиц жидкости образуют гиперкластер с топологической размерностью H . Диффузионный фронт представляет собой пересечение фрактального кластера порового пространства с размерностью $D_{\text{п}}$ и гиперкластера траекторий. В соответствии с представлениями теории фракталов увеличение пути l при случайных блужданиях по кластеру размером R и фрактальной размерностью H составляет [1]:

$$l = (R / r_{\text{в}})^{H/d}. \quad (3)$$

Размер кластера определяется радиусом корреляции кластера:

$$R = h\Psi^{-\nu_k}, \quad (4)$$

где h — толщина листа бумаги;

ν_k — критический индекс радиуса корреляции кластера пор.

Параметр Ψ в формуле (4) определяется следующим образом:

$$\Psi = |(P - P_c) / (1 - P_c)|, \quad (5)$$

где P_c — критическая пористость, т. е. пористость при которой в поровом пространстве начинается протекание жидкости.

С учетом (4) выражение для l (3) имеет вид [1]:

$$l = (h / r_b)^d \Psi^{-\frac{\nu_k H}{d}}. \quad (6)$$

Топологические размерности H , G и D_{Π} связаны между собой зависимостью, определяющей фрактальную размерность подпространства пересечения двух фрактальных пространств:

$$G = H + D_{\Pi} - d. \quad (7)$$

Окончательное выражение для коэффициента извилистости порового пространства имеет вид [1]:

$$\beta = \frac{l}{h / r_b} = (h / r_b)^{\frac{H}{d}-1} \Psi^{-\frac{\nu_k H}{d}}. \quad (8)$$

Варьируя основные параметры, такие как скорость процесса, вязкость лака и характеристики различных видов бумаги и картона (фрактальная размерность поверхности, коэффициенты извилистости капилляров), по предложенной методике можно сделать расчет глубины проникновения жидкости в их поровое пространство за счет процесса капиллярного впитывания.

Методологическая особенность развитого в работе подхода к процессу лакирования состоит в том, что на основе статистического описания неоднородных случайных структур методами фрактальной геометрии построена теоретическая модель, учитывающая сложность нелинейных взаимосвязей параметров структуры и физико-механических свойств материалов и лаков.

Одним из важных факторов является выбор материала, из которого изготовлен оттиск. Различные материалы имеют различные структурно-механические характеристики, такие как твердость, прочность, эластичность и др. Эти характеристики

определяют способность материала сохранять свою форму и поверхность при воздействии лака и других веществ. Материалы с высокой твердостью и прочностью обычно дают более четкие и детализированные оттиски, в то время как материалы с низкой твердостью и прочностью могут деформироваться или разрушаться при процессе лакирования.

Также важными факторами являются режимы-параметры процесса лакирования, такие как температура, время экспозиции, скорость нанесения лака и др. Температура может влиять на вязкость лака и его способность проникать в материал оттиска. Высокая температура может также привести к деформации или разрушению материала оттиска. Время экспозиции определяет время, в течение которого лак взаимодействует с материалом оттиска, что может повлиять на его адгезию и стойкость к истиранию. Скорость нанесения лака определяет толщину покрытия и равномерность его распределения, что также может влиять на качество оттиска.

Таким образом, правильный выбор материала и оптимальные режимы-параметры процесса лакирования играют важную роль в достижении высокого качества оттисков. Это позволяет получить четкие, детализированные и стойкие к истиранию оттиски, что является важным для различных применений, таких как производство упаковки, этикеток, маркировки и др.

Список использованных источников

1. Кулак, М. И. Влияние температуры и неоднородности структуры порового пространства бумаги на капиллярное впитывание печатной краски / М. И. Кулак, О. П. Старченко, Д. М. Медяк // Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. — 2010. — № 2. — С. 69–77.

УДК 655.5

О. П. Старченко

доцент, канд. техн. наук

А. А. Харсеев

студент 2 курса, БГТУ, Минск

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ И ДРУГИХ ЦЕННЫХ БУМАГ ОТ ПОДДЕЛКИ

Введение. Защита ценных документов и банкнот — это важный вопрос для многих организаций и государств. В настоящее время