

М. И. Кулак, проф., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой;  
Н. Э. Трусевич, канд. эконом. наук, доц. (БГТУ г. Минск)

## СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ПЕЧАТИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТИРАЖЕСТОЙКОСТИ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

Проблемы с износом форм имеют место в случае использования формных пластин любого типа для различных видов и способов печати. Однако чем выше тиражестойкость печатных форм, тем больше экономических преимуществ для полиграфических предприятий: при изготовлении тиража потребуется меньше печатных пластин, уменьшится число приладок и отходов бумаги, сократится продолжительность технологических простоев печатного оборудования.

Износ печатных форм в контактных методах переноса красочного изображения определяется многочисленными факторами, зависящими от индивидуальных физико-механических и физико-химических свойств формных материалов, принципиальных особенностей способа печатания, окружающей среды в печатных цехах.

Несмотря на существенные различия в контактных способах печатания, просматриваются общие закономерности в формировании износостойкости формных материалов и тиражестойкости печатных форм. Общеизвестным в настоящее время является деление динамики износа печатных форм на три стадии [1, 2].

Первая стадия — начальный износ. Происходит приработка формы, в результате абразивных воздействий сошлифовываются шероховатости, скругляются грани печатающих элементов на формах высокой печати, образуются вторичные структуры, которые начинают замедлять износ, формируя постоянные условия работы трения. Для форм плоской офсетной печати на первой стадии абразивный износ, в первую очередь пробельных элементов, также играет превалирующую роль. У форм глубокой печати абразивное воздействие направлено на пробельные элементы и рапель. На данной стадии имеет место значительное изменение качества оттисков.

Вторая стадия — установившийся износ. Для нее характерно относительное постоянство условий трения. Происходит это потому, что в результате удаления шероховатостей увеличивается площадь контакта, снижается удельное давление и температура на поверхности трения. Вторичные структуры сформированы. В металлических формах первичные микротрещины локализованы в кристаллических зернах. Печатная краска, попадая в эти трещины, пластифицирует металл на поверхности формы (эффект П. А. Ребиндера). На фотополимерных

печатных формах в результате окислительного изнашивания образуется вторичная пленка. Таким образом, процесс изнашивания на данной стадии уравнивается (компенсируется) процессом упрочнения (восстановления). Показатели качества оттисков находятся в пределах нормативных значений.

Третья стадия — усиленный износ. В результате циклических нагрузок инициируется усталостное разрушение металла формы. Микротрещины группируются в кластеры, из которых формируются макротрещины в виде царапин, пор, сеток из глубоких трещин, поверхность печатающих элементов начинает разрушаться, образуются сколы. Усталость фотополимерных форм проявляется через механохимический механизм. В результате циклических механических воздействий химические связи в полимерах разрываются с образованием свободных макрорадикалов. Происходящие затем вторичные химические реакции приводят к деструкции полимеров формы. Качество оттисков резко снижается.

Наиболее благоприятным для получения качественной продукции является период установившегося износа, при котором изменение параметров форм минимально. В случае низкой тиражестойкости печатных форм идентичность оттисков в тираже продукции не гарантируется. Повысить тиражестойкость можно, расширив границы установившегося износа, за счет сокращения двух остальных стадий. Таким образом, воздействуя на материал печатной формы в формном процессе и изменяя в нужном направлении режимы печатного процесса, можно расширить границы нормального износа, повысив тиражестойкость и стабилизировать качество печатной продукции.

Однако для управления качеством печати необходимо иметь математические модели описывающие процесс износа форм количественно. В работе [3] для построения такого описания предлагается использовать функцию жизненного цикла (ФЖЦ). Различия в материалах, структуре и технологии изготовления форм для разных видов и способов печати обуславливают отличия в скорости и сочетаниях механических, физических, химических процессов, приводящих к износу печатных форм. Соответственно математическая модель должна быть в достаточной степени универсальной, чтобы описывать все эти процессы с требуемой точностью.

Исходными данными для построения модели являются статистические результаты исследования тиражестойкости печатных форм в промышленных или лабораторных условиях. Анализ экспериментальных данных по исследованию тиражестойкости печатных форм, а также штампов для тиснения показывает, что в большинстве случаев

динамика износа описывается не классической S-образной ФЖЦ, а обратной по отношению к ней функцией.

Моделирование тиражестойкости позволяет осуществлять прогнозирование износостойкости печатных форм и качества оттисков. На рисунке приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований динамика износа форм высокой и плоской офсетной печати в печатном процессе. Рисунок показывает, что применение ФЖЦ позволяет описать все три стадии динамики износа, а также определенные нюансы их изменения для различных печатных форм.

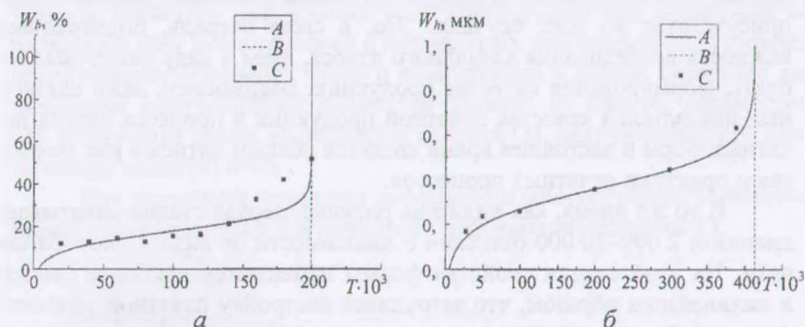


Рисунок - Динамика износа форм: а — печатные элементы, высокая печать; б — пробельные элементы, плоский офсет; обозначения:

А — теоретическая функция; В — асимптота; С — данные эксперимента

Нарушения в печатном процессе, влияющие на качество оттисков, как правило, начинаются после того, как печатная форма достигает определенной степени механического износа. Существенное влияние на тиражестойкость форм оказывают все формные процессы и материалы. Величина механического износа форм может быть связана с нарушением технологии изготовления формных пластин и печатных форм. Применяя формные пластины изготовленные из материала физико-механические и физико-химические свойства которого позволяют обеспечить высокую износостойкость в соответствии с технологическими требованиями процесса их изготовления, можно существенно расширить границы нормального износа.

В процессе печатания неизбежно возникают отклонения от нормативных параметров печатного процесса и свойств материалов, что неизбежно приводит к преждевременному износу форм. Поэтому расширить границы установившегося износа за счет сокращения третьей стадии можно, используя автоматические системы управления, контроля и настройки печатных машин, а также красочные аппараты «быстрого реагирования». Они позволяют уменьшить время

и отходы бумаги на приладку, устранить различия в тональном распределении на оттисках, обеспечить совмещение цветов, регулировку зональной подачи краски, поддержание толщины пленки улажняющего раствора, повышая качество печати и эффективность печатного процесса в целом.

Вместе с тем третья стадия износа определяет предельную тиражестойкость форм, что существенно при работе с большими тиражами печатной продукции. Однако основную массу заказов на полиграфических предприятиях составляет средне- и малотиражная продукция, для которой эта стадия не актуальна. Наоборот, первая стадия присутствует во всех случаях. Это, в свою очередь, подчеркивает важность исследования начального износа, имея в виду различные аспекты формирования качества продукции. Взаимосвязь даже единичных показателей качества печатной продукции и процесса износа печатных форм в настоящее время является «белым пятном» как теории, так и практики печатных процессов.

В то же время, как видно на рисунке, первая стадия охватывает диапазон 2 000–20 000 оттисков в зависимости от вида и способа печати. На этой стадии свойства формы изменяются наиболее быстро и нелинейным образом, что затрудняет настройку печатной машины. А с другой стороны, этот период нужно пройти, обеспечив приемлемое качество продукции. Естественно, на каждом предприятии сложились свои «рецепты», как бороться с такими технологическими «ножницами». Но это не снимает проблему в научном плане.

Таким образом, актуальность проблемы износа печатных форм имеет тенденцию повышаться, а ее различные аспекты расширяются. Предложенная методика моделирования износа печатных форм призвана решать определенный комплекс задач по диагностике их тиражестойкости, разработке мероприятия по профилактике отказов форм и печатного оборудования в целом, на новой методической базе прорабатывать управленческие решения на этапах планирования и организации полиграфического производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. — М.: Книга, 1989. — 432 с.

2 Розум, О. Ф. Управление тиражестойкостью печатных форм / О. Ф. Розум. — Киев: Техника, 1990. — 128 с.

3 Кулак, М. И. Прогнозирование тиражестойкости печатных форм / М. И. Кулак, О. В. Сидельник // Труды БГТУ. — 2012. — № 9: Издат. дело и полиграфия. — С. 18–22.