

Н. С. Голуб, аспирант, магистр техн. наук;
М. И. Кулак, доктор ф-м наук, профессор
(БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОФСЕТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

В соответствии с представлениями, развитыми в [1], признаком, отражающим сущность процесса и определяющим его свойства, является отношение обязательных составляющих технологического процесса — инструмента и предмета обработки. Этот критерий классификации вследствие его общности позволяет разделить множество конкретных процессов на четыре класса в соответствии с возможными видами пространственного отношения между инструментом и предметом обработки: точечным, линейным, поверхностным и объемным [1]. Оценку надежности выполняемых операций для каждого класса процессов можно дать, определив технологический путь S , представляющий собой расстояние пройденное инструментом обработки по рабочей поверхности предмета обработки.

В работе рассмотрены формные операции для пластин 42×52 см и 140×180 см. Технологический путь вычисляется для: экспонирования, проявления, промывки, гуммирования, сушки, термообработки.

Скорость экспонирования зависит от мощности ламп и расстояния до пластины от лампы, но больше всего от механизма фотолиза галогенида серебра в фотоэмульсии. Скорость экспонирования определяется скоростью накопления серебра. Скорость накопления серебра, как функция экспозиции имеет максимум [2]. На предприятиях среднее время освещения при фотомеханическом способе обработки составляет $t_{\text{осв}}=180$ с. По данным [2] для $t_{\text{осв}}=180$ с скорость накопления серебра составит $v_{\text{н}}=2 \times 10^{-9}$ г / см²·с. Поверхностная плотность накопленного серебра составит:

$$q_S = v_{\text{н}} t_{\text{осв}} = 180 \times 2 \times 10^{-9} = 3,6 \times 10^{-7} \text{ г/см}^2. \quad (1)$$

Объемная плотность накопленного серебра определяется по формуле:

$$q_V = \frac{q_S}{S_3}, \quad (2)$$

где S_3 — технологический путь для процессов III класса; значение плотности серебра $q_V = 10,5$ г/см³.

Таким образом, технологический путь при экспонировании фотомеханическим способом составит:

$$S_3 = \frac{q_V}{q_S} = \frac{v_H t_{\text{осв}}}{q_V} = \frac{3,6 \times 10^{-7}}{10,5} = 3,43 \times 10^{-10} \text{ м}. \quad (3)$$

Термообработку по III классу осуществляют на поточных транспортерах, движущиеся со скоростью 0,4-0,6 м/мин. Время термообработки составляет в среднем 3 мин. Технологический путь S_3 для пластин составит 1,5 м.

Проявления, промывка и гуммирование в фотомеханическом способе происходит по II классу. Процесс проявления длится до 2 мин, промывки до 1 мин, гуммирования до 1,5 мин. Скорость движения пластины в проявочной машине 0,7-2 м/мин (для расчетов принимали 1 м/мин=0,016 м/с). Современные процессоры способны проявлять пластины за 30 с, промывка осуществляется за 15 с, гуммирование занимает до 1 мин. Таким образом, технологический путь составит: для проявления $S_2=0,49$ м, для промывки $S_2=0,24$ м, для гуммирования $S_2=0,96$ м.

Если проявление проходит по VI классу, то для нахождения скорости процесса необходимо найти связь оптической плотности с концентрацией серебра, которая выражается формулой:

$$D = K c_s, \quad (4)$$

где K — постоянная, называемая кроющей способностью серебра, находится через соотношение $K = \frac{1}{P}$, где P — фотографический эквивалент, он равен [3] 4×10^{-4} г/см²; c_s — поверхностная концентрация серебра, находится по формуле:

$$c_s = \frac{D}{K} = DP. \quad (5)$$

Тогда технологический путь S_4 , если принять оптическую плотность равной 3, будет равен:

$$S_4 = \frac{c_s}{q_v} = \frac{DP}{q_v} = \frac{3 \times 4 \times 10^{-4}}{10,5} = 1,14 \times 10^{-6} \text{ м}. \quad (6)$$

Сушка в допечатных процессах относится к IV классу. Скорость испарения жидкости находится [4]:

$$v = c \frac{MD_0L}{RT_n} (H - h), \quad (7)$$

где H — давление насыщенного пара при температуре воды, МПа; h — парциальное давление пара при параметрах воздуха, МПа; M — молекулярная масса испаряемой жидкости ($H_2O=18,016$ кг/кМоль); R — газовая постоянная, Дж/моль·К; L — ширина поверхности испарения в направлении перпендикулярном направлению движения воздуха, м; D_0 — коэффициент диффузии для системы воздух-водяной пар, м²/г; $c = k Re^n$, формула для выражения чисел Рейнольдса.

После проведенных расчетов скорость испарения будет равна 0,0002986 м/с и 0,00449 м/с. Среднее время сушки на производстве по IV классу составляет около 2 мин. Технологический путь S_4 операции сушки для пластин формата 42×52 см и 140×180 соответственно будет 0,0358 м и 0,538 м.

Если рассмотреть цифровой способ получения форм, то отличие будет в процессе экспонирования и термообработки. Экспонирование в данном случае осуществляется по I классу. В цифровых способах среднее время записи составляет 40 с. Скорость работы записывающей головки при разрешении 1200-2400 точек/дюйм, соответствует 47244-94488 точек/м. Размер пятна в современных СтР устройствах 10-25 мкм. Если размер записывающего пятна будет 18 мкм, скорость записи составит 0,85-1,7 м/мин. Технологический путь при максимальной скорости записи составит $S_1=0,561$ м и $S_1=2,02$ м.

В СтР агрегатах применяются форсированные воздушные сушки по III классу, работающие при температуре 80° С. В таких сушилках пластина движется со скоростью 1,6-2,5 м/мин 1-5 мин. Тогда минимальный технологический путь S_3 составит 1,6 м. Все остальные операции для изготовления форм цифровым способом схожи с фотохимическими, расчеты для которых приведены выше. В таблице представлены значения технологического пути по всем классам процессов.

Таблица. Расчетные значения технологического пути

	Экспонирование	Проявление	Промывка	Гуммирование	Сушка	Термообработка
I	0,561 2,02					
II		0,49	0,24	0,96		
III	$3,43 \cdot 10^{-10}$				1,6	1,5
IV		$1,14 \cdot 10^{-6}$			0,0358 0,538	

Технологический путь должен уменьшаться от I к IV классу процессов, а интенсивность отказов уменьшается с уменьшением технологического пути обработки предмета. По таблице можно сделать вывод, что надежность оборудования и операций выше в IV классе процессов и будет уменьшаться в сторону I класса. Для надежного изготовления печатных форм выгоднее устанавливать допечатное оборудование с экспонированием и сушкой работающими по IV классу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошкин, Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии / Л. Н. Кошкин. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Поддымов, В. П. Термодинамика и кинетика фотографического процесса / В. П. Поддымов, И. А. Дибров, В. Ф. Балакирев. – Свердловск: УрО АН СССР, 1989.
3. Шашлов, Б. А. Теория фотографических процессов / Б. А. Шашлов, В. И. Шеберстов. – М.: МГАП «Мир книги», 1993.
4. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1968.