

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОТОПОЛИМЕРНОГО  
МАТЕРИАЛА***Белорусский государственный технологический университет, Минск*

**Введение.** При большом разнообразии торговых марок флексографских пластин, выпускаемых различными компаниями как BASF, DUPONT, Oy Pasanen & Co и др., стоит отметить, что все они обладают сходными свойствами, а их обработка осуществляется по схожим технологиям. Суть технологического процесса изготовления флексографских печатных форм (ФПФ) заключается в воздействии УФ-излучением на молекулы фотоинициатора. Поэтому традиционный аналоговый процесс изготовления ФПФ, в основе которого лежит такое химическое явление, как полимеризация, включает в себя шесть последовательных технологических этапов, три из которых являются экспонированием. К новым способам флексографских печатных форм можно отнести цифровую технологию «Computer-to-Plate» (СtP). Эта технология в настоящее время получает все большее распространение из-за значительного повышения качества выпускаемой продукции. Технология CtP использует специально разработанные фотополимерные пластины с черным масочным слоем. Данный процесс отличается от традиционного лишь принципом прямой цифровой записи растровой структуры на масочном слое без применения негатива [1].

Но, несмотря на схожесть обоих технологических процессов, анализ полученных печатных форм показал отличие их качественных и эксплуатационных свойств, к примеру, крутизной граней для печатающих элементов форм, размером минимального печатного элемента растрового изображения. Кроме того, важной задачей создания рельефной растровой структуры формы является придание ей гомогенных свойств, обладающих высокими печатно-эксплуатационными характеристиками. На это направлена операция дополнительного экспонирования. Однако она не позволяет повысить физико-механические и эксплуатационные свойства за счет более полной полимеризации и дополнительной сшивки полимерных цепочек.

**Целью исследования** является повышение эксплуатационных свойств цифровых ФПФ путем улучшения их физико-механических показателей. Проанализировав имеющиеся поверхностные, химические или механические способы модификации свойств полимерных материалов, был определен способ модификации – воздействие УЗ-колебаниями. Стабилизацией свойств полученных ФПФ является дозирование энергетических параметров УЗ-колебаний с целью деструкции слабых  $\pi$ -связей в двойных связях атомов углерода ( $C=C$ ), что позволяет «включить» вторичный процесс полимеризации между образовавшимися микрорадикалами. Это позволит увеличить дополнительную сшивку звеньев фотополимерных композиций.

**Материалы и методы исследования.** ИК-спектроскопия исследуемых фотополимерных пластин фирмы DUPONT марки Cyrel DPU (для цифрового экспонирования) позволило установить, что исследуемые образцы относятся к синтетическим каучукам. Этот полимер широко используется для изготовления флексографских печатных форм. Как известно, прочность связей между отдельными атомами определяет физико-механические свойства материалов. Для изменения этих свойств необходимо приложить энергию УЗ-колебаний больше, чем энергия  $\pi$ -связи (266 кДж/моль), но меньше энергии  $\sigma$ -связи (348 кДж/моль). Таким образом энергетическое условие полной средней УЗ-энергии в одном моле вещества:  $266 \text{ кДж/моль} \leq E \leq 348 \text{ кДж/моль}$ .

В результате воздействия УЗ-колебаний в фотополимерных формах происходит разрыв  $\pi$ -связей и появляются свободные валентности, а макромолекулы полимера превращаются в макрорадикалы, имеющие в различных точках полимерной цепи незамещенные валентные связи. Таким образом, можно добиться дополнительной сшивки звеньев ФПФ, что позволит улучшить физико-механические свойства ФПФ. Для определения энергии УЗ-колебаний было использовано уравнение гармонических колебаний распространения волны вдоль оси ординат, преобразовав которое получили выражение для полной энергии в одном моле вещества:

$$\bar{E} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot A^2 \cdot \omega^2, \quad (1)$$

где  $M$  – молярная масса;  $A$  – амплитуда колебаний;  $\omega$  – частота колебаний.

**Результаты исследования.** Для количественной оценки влияния УЗ-колебаний на степень сшивки фотополимерной композиции была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, состоящая из стальной опорной плиты и рабочего акустического инструмента УЗ-облучения, выполненного в виде плиты из материала Д16Т, на рабочую поверхность которой посредством УЗ-преобразователей подводятся от УЗ-генератора электрические высокочастотные сигналы. Форма акустического инструмента для УЗ-облучения [2] рассчитывалась исходя из длины инструмента  $L$  и его оптимального профиля поперечного сечения  $F(z)$  по формуле (2) и (3).

$$L = \frac{1}{\beta \cdot \lambda} \cdot \left\{ \arctg \left[ \frac{(\alpha + \psi) \cdot K - P}{K \cdot \beta \cdot \lambda + \frac{P}{\beta \cdot \lambda} \cdot (\alpha + \psi)} \right] + \pi \right\}, \quad (2)$$

$$F(z) = F_0 \cdot e^{-2\alpha z}, \quad (3)$$

Для обработки УЗ-колебаниями использовались тестовые образцы, изготовленные из формных пластин Du Pont Cyrel DPU с записью на них 50%-ной растровой структуры. Запись растровой структуры и вся последующая обработка проводилась на технологическом оборудовании «ФЛЕКСО ФОРС» по известной цифровой технологии. Тестовые фотополимерные образцы были разделены на четыре группы, не считая контрольной. Каждая из четырех групп подвергалась УЗ-облучениям с частотой 38 кГц на экспериментальной установке в течение 5, 10, 15 и 20 минут соответственно. Контрольные образцы УЗ-

облучению не подвергались. Испытания на износостойкость проводились на специальной машине марки МИ-2 с использованием соответствующей стандартной (ГОСТ 426-77) методики [3]. Для количественной характеристики пространственной сетки полимеров использовался метод равновесного набухания. Некоторые результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний и измерений тестовых фотополимерных образцов

Показатель	Временной интервал, мин						
	0	5	10	15	17	20	25
Масса образца до истирания $M_1$ , $10^{-3}$ кг	88,030	95,825	88,420	91,175	94,725	89,065	93,130
Масса образца после истирания $M_2$ , $10^{-3}$ кг	87,965	95,780	88,380	91,140	94,695	89,020	93,080
Плотность образца $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1004	1004	1003	1003	1003	1003	1002
Износостойкость $b$ , кДж/м <sup>3</sup>	5,813	8,277	9,303	10,499	11,868	7,555	6,793
Густота простной сетки $m_c$	12	9	8.8	5.05	4.6	9.3	10
Максимум набухания $Q$	1,537	1,354	1,332	1,018	0,920	1,379	1,466

**Выводы.** По результатам проведенной работы разработан и оформлен способ воздействия на фотополимерные формы УЗ-колебаниями, позволяющий целенаправленно влиять на их физико-механические свойства, улучшать их печатно-технические качества. Однако, как видно из приведенных результатов избыточное облучение свыше 17 минут приводит к деструкции полимерных цепей. Это объясняется тем, что количество средней энергии УЗ-колебаний в расчете на 1 моль вещества увеличивается, превышая граничные условия воздействия УЗ-энергии на полимерные связи, что приводит к разрушению обоих видов связей.

#### Литературные источники

1. Надирова, Е.Б. Цифровые технологии в формных процессах глубокой и флексографской печати / Е.Надирова – М.: Издат-во МГУП, 2006. – 72с.
2. Негров, Д. А. Влияние энергии УЗ-колебаний на структуру и свойства полимерного композиционного материала на основе ПТФЭ: автореф. дис. на соискание ученой степени к.т.н.: 05.02.01 / Д.А. Негров; Омский государственный технический университет – Омск, 2009. – 20 с.
3. ГОСТ 426-77. Резина. Метод определения сопротивления истиранию сетки вулканизаторов: метод. указания/ Г. Т. Доровских, Н. Н. Отчаянный. – Л, –1969. – 22 с.

*S.K. Grudo, S.V. Medvedev, S.A.Bartashevich*

### INCREASE OF OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF PHOTOPOLYMERIC PRINTING FORMS AT THE EXPENSE OF CHANGE OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF THE PHOTOPOLYMERIC MATERIAL

*Belarusian State Technological University*

#### Summary

The problems, concerning photopolymeric forms composition and the processes which are taking place during polymerization of composition of photopolymeric plates are observed in the paper. In work the explanation of physical and chemical processes which take place in a photopolymeric composition at influence of ultrasonic fluctuations to experimental confirmation of the stated theoretical bases of process also is offered.