

**Репета Вячеслав Богданович**

Vyacheslav B. Repeta

Украинская академия печати

Доцент кафедры полиграфического материаловедения и химии

к.т.н./доцент

Ukrainian Academy of Printing

Assistant professor of materials science and chemistry of printing

PhD. / docent

E-Mail: vreneta@yandex.ua

**Слободяник Валентина Григорьевна**

Valentina G. Slobodyanuk

Украинская академия печати

Ассистент кафедры полиграфического материаловедения и химии

Ukrainian Academy of Printing

Assistant Department of Printing Materials and Chemistry

E-Mail: sl\_valya@mail.ru

**Сенькивський Всеволод Николаевич**

Vsevolod N. Senkivsky

Украинская академия печати

Заведующий кафедрой электронных изданий,

профессор, д. т. н.

Ukrainian Academy of Printing

Head of electronic publications

Professor, Doctor of Technical Sciences

E-Mail: kev@uad.lviv.ua

**Шибанов Владимир Викторович**

Vladimir V. Shybanov

Украинская академия печати

Заведующий кафедрой полиграфического

материаловедения и химии

профессор, д. х. н.

Ukrainian Academy of Printing

Head of Department of Printing

Materials and Chemistry

Professor, Doctor of Chemistry Sciences

E-Mail: vsh.shibanov@yandex.ua

05.00.00 – Технические науки

## Модель влияния факторов на технологию изготовления флексографских фотополимерных форм

The model of influence of factors which apply to the flexographic photopolymeric plates production technology

**Аннотация:** в статье разработана модель иерархии факторов, которые упорядочены по важности влияния на технологический процесс вымывания фотополимерных флексографских пластин.

**The Abstract:** in the article there is a model of hierarchy of factors which are ordered by their strength of influence on the washing out process of flexographic photopolymeric plates.

**Ключевые слова:** фотополимерные пластины, вымывной растворитель, ориентированный граф, модель иерархии факторов.

**Keywords:** photopolymeric plates, washing solution, interdependence graph, model of hierarchy of factors.

\*\*\*

Тенденции улучшения качества полиграфической продукции изготовленной флексографским способом печати, позволяют ему конкурировать с другими способами печати. Одним из основных направлений улучшения качества оттисков является внедрение новейших технологий, которые обеспечивают получение четких, стабильных и многократно воспроизводимых растровых точек с плосковерхой геометрической формой.

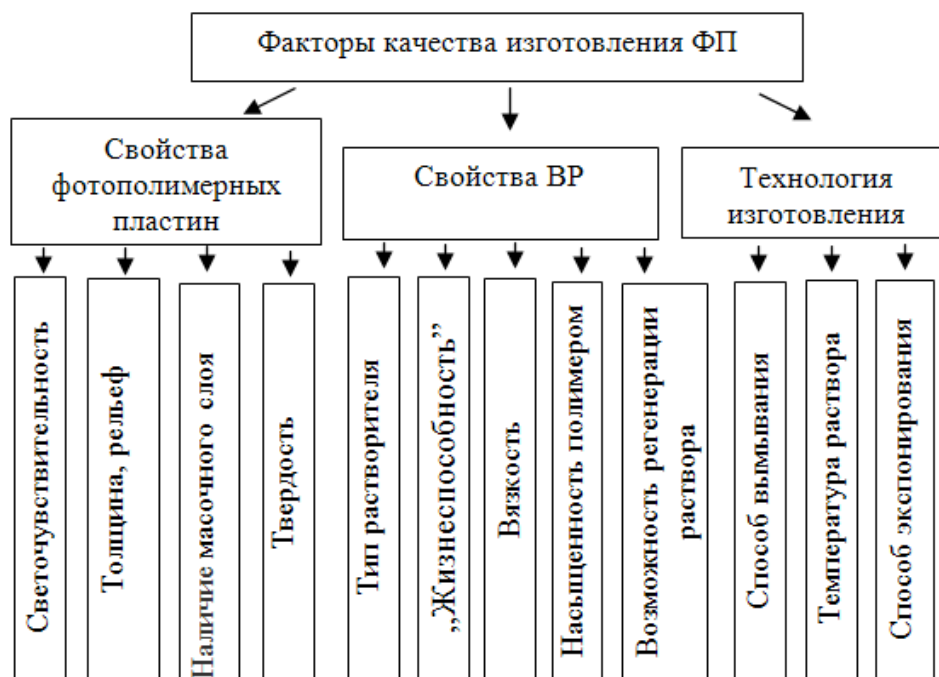
Сегодня на рынке предлагается несколько технологий получения «плосковерхих» растровых точек [1, 5, 6]. Эти технологии сосредоточены в основном на этапе экспонирования фотополимерных пластин (ФП). Что же касается технологического процесса вымывания, то в настоящее время разработаны технологии, которые позволяют максимально устранить из процесса органические растворители и регенерировать вымывные растворители (ВР) для их циклического применения [7].

Любой технологический процесс можно рассматривать как систему, которую составляет совокупность элементов, определенным образом связанных между собой. Важным для системного анализа является определение структуры системы, т.е. совокупности связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие. На практике часто применяется общее описание систем, которое позволяет определить в общих понятиях составные части системы и хорошо воспроизводится на базе теории графов [3, 4].

Анализ литературных источников позволил выделить ряд факторов, влияние которых в технологическом процессе вымывания ФП определяет качество полученных печатных форм.

На рис. 1 представлена схема обобщенных факторов технологического процесса вымывания ФП.

Исходя из предварительных анализов и исследований, выделим факторы, определяющие качество технологического процесса изготовления форм. Пусть совокупность таких факторов составляет некоторое множество  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ . Выберем из этой совокупности подмножество  $F_1 \in F$  наиболее существенных факторов.



**Рис. 1.** Факторы технологического процесса вымывания ФП

Математическому обозначению фактора предоставим мнемоническое название:

$f_1$  - тип вымывного раствора (ТВР);

$f_2$  - жизнеспособность раствора (ЖР);

$f_3$  - вязкость раствора (ВР);

$f_4$  - температура раствора (ТР);

$f_5$  - концентрация вымытого полимера (КВП);

$f_6$  - физико-химическое взаимодействие раствора и пластины (ФХВ);

$f_7$  - время вымывания (ВВ);

$f_8$  - тип пластины (ТФП);

$f_9$  - толщина формы (ТФ);

$f_{10}$  - способность раствора к регенерации (РЕ).

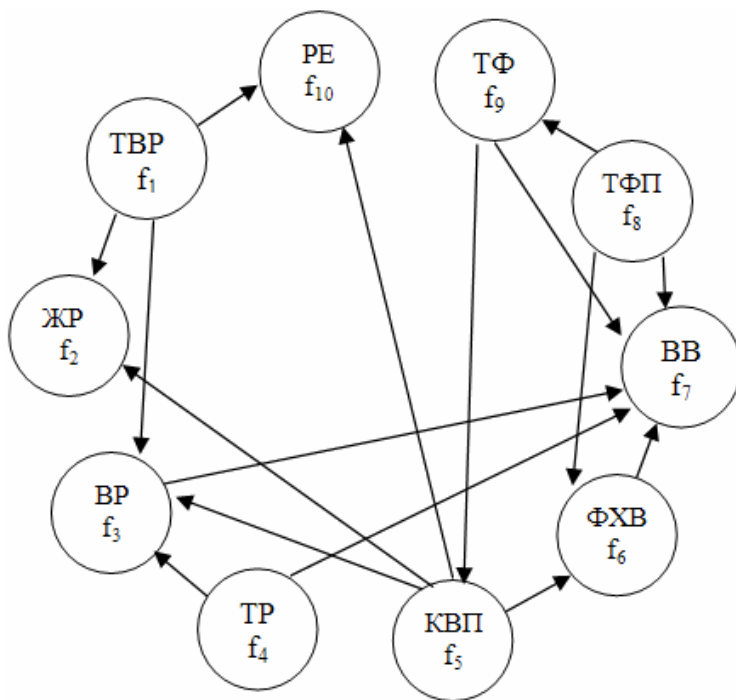


Рис. 2. Граф связей между факторами

На основе выше приведенного графа строим двоичную матрицу зависимости  $V$  для множества вершин  $F_1$  следующим образом [2, 4]:

$$v_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если фактор } i \text{ зависит от фактора } j \\ 0, & \text{если фактор } i \text{ не зависит от фактора } j \end{cases}$$

Матрица, двоичного типа, размерностью  $10 \times 10$  выглядит так:

	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub>	f <sub>7</sub>	f <sub>8</sub>	f <sub>9</sub>	f <sub>10</sub>
f <sub>1</sub>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
f <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f <sub>4</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f <sub>5</sub>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
f <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f <sub>7</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f <sub>8</sub>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
f <sub>9</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
f <sub>10</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

С использованием матрицы  $V$  формируем двоичную матрицу достигаемости с учетом условия:  $(I+V)^{n-1} \leq (I+V)^n = (I+V)^{n+1}$ . Построение такой матрицы сводится к заполнению таблицы, в которой элементы двоичной системы определяются следующим образом:

$$m_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если из вершины } i \text{ можно попасть в вершину } j \\ 0, & \text{в ином случае} \end{cases}$$

Вершина  $f_j$  достигается с вершины  $f_i$  если в ориентированном графе (рис. 2) существует путь, который приводит с вершины  $f_j$  к вершине  $f_i$  (в таком случае вершина считается достигнутой).

Пусть подмножество таких вершин являются  $R(f_i)$ , а вершина  $f_j$  является предшественницей

вершины  $f_i$ , при достижении  $f_i$  с вершины  $f_j$ . Во множество вершин предшественниц обозначим как  $P(f_i)$ . Пересечение подмножеств достигнутых вершин и вершин-предшественниц обозначим как

$$R(f_i) \cap P(f_i) = R(f_i)$$

Вершины такого подмножества не достигаются с вершин множества  $F_1$ , остались и она определяет некоторый иерархический уровень приоритетности действия факторов, которые отвечают этим вершинам. При этом должно выполняться дополнительное условие:  $P(f_i) = R(f_i)$ .

При выполнении вышеприведенных действий получаем первый уровень иерархии факторов. Для его определения строим таблицу 1.

Из таблицы 1 видно, что подмножество  $R(f_i)$  – это номера единичных элементов соответствующих строк матрицы досягаемости, подмножество  $P(f_i)$  – номера единичных элементов столбцов матрицы, а подмножество  $R(f_i) \cap P(f_i)$  – логическое пересечение элементов подмножеств  $R(f_i)$  и  $P(f_i)$ .

Равенство  $P(f_i) = R(f_i)$ , т.е. совпадение номеров факторов в первом, четвертом и восьмом столбцах выполняется для критериев  $f_1$  (тип вымывного раствора),  $f_4$  (температура вымывного раствора),  $f_8$  (тип фотополимерной пластины), которые и будут факторами первого уровня нашей иерархии – уровня наименьшей приоритетности в процессе вымывания печатных форм.

**Таблица 1**

**Итерационный анализ двоичной матрицы досягаемости**

i	R (f <sub>i</sub> )	P(f <sub>i</sub> )	R(f <sub>i</sub> )∩P(f <sub>i</sub> )
1	1,2,3,10	1	1
2	2	1259	2
3	3,7	134	3
4	3,4,7	4	4
5	2,5,6,7,10	59	5
6	6	5689	6
7	7	345789	7
8	6,7,8,9,10	8	8
9	2,5,6,7,9,10	89	9
10	10	8910	10

Согласно методу структурирования [3, 4] Из таблицы 1 изымаем строки с номером 1, 4, 8, вычеркиваем цифры 1, 4, 8 из остальных строк и получаем таблицу 2, которую используем для определения второго уровня иерархии.

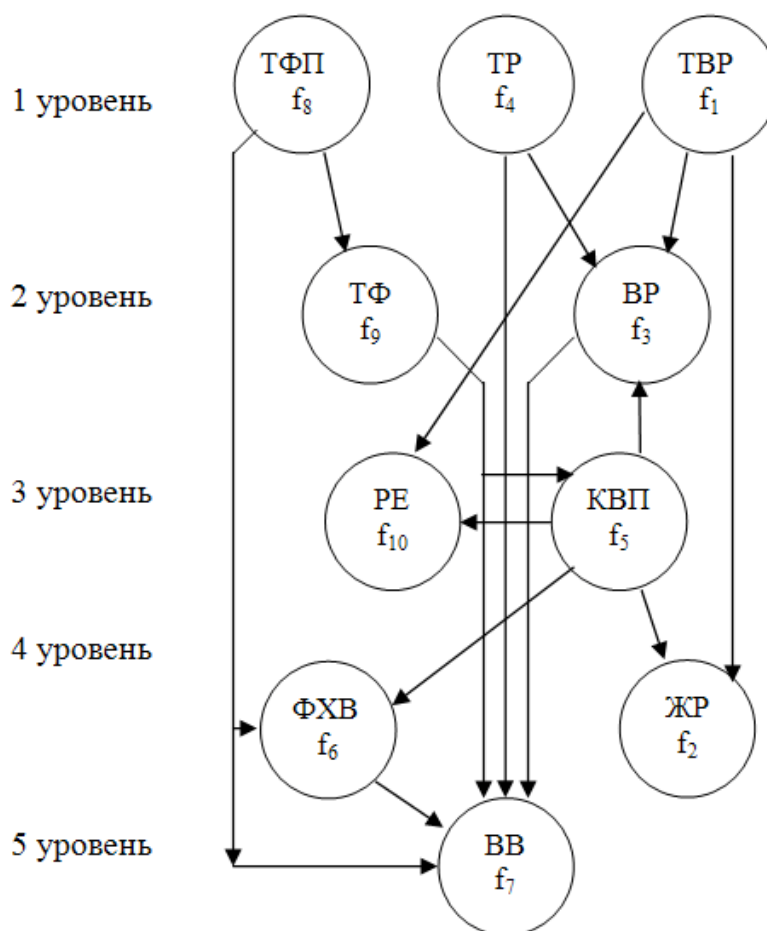
В таблице 2 равенство  $P(f_i) = R(f_i)$  выполняется для критерия  $k_3$  (вязкость раствора) и для  $f_9$  (толщина формы – 2 уровень иерархии. Придерживаясь предыдущего алгоритма проведения действий, получаем для 3 уровня критерии  $f_5, f_9$ , для четвертого уровня –  $f_2, f_6$ , а для пятого уровня –  $f_7$ .

**Таблица 2**

**Второй итерационный анализ двоичной матрицы достигаемости**

i	S(f <sub>i</sub> )	P(f <sub>i</sub> )	S(f <sub>i</sub> )∩P(f <sub>i</sub> )
2	2	259	2
3	3,7	3	3
5	2,5,6,7,10	59	5
6	6	569	6
7	7	34579	7
9	2,5,6,7,9,10	9	9
10	10	910	10

По результатам проведенного анализа построена модель иерархии факторов влияния на процесс вымывания фотополимерных печатных форм (рис. 3).



**Рис. 3.** Модель иерархии факторов влияния на процесс вымывания фотополимерных печатных форм

Итак, проведенные действия с элементами ориентированного графа позволили получить иерархическую структурированную модель приоритетности влияния факторов в технологическом процессе вымывания ФП. Модель показывает, как происходит связь между факторами на различных уровнях и за счет этого прогнозировать изменения приоритетности при изменении определенного фактора в технологическом процессе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин Ю. Выводим формы для флексографской печати / Ю. Самарин Ю. // КомпьюАрт. – 2011. – №5. – С. 3 – 10.
2. Сеньківський В. М. Модель ієрархії критеріїв якості книжкових видань / В. М. Сеньківський // Наукові записки УАД. – 2007. – №11. – С.73–80.
3. Бартіш М. Дослідження операцій. / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний // Алгоритми оптимізації на графах. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – Част. 2. – С 120.
4. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
5. Шибанов В. Технологии "Плосковерхих" точек / В. Шибанов // Флексоплюс. – 2011. – №1. – С.16 – 23.
6. Никируй В. Четыре способа получения плосковерхих точек: результаты сравнительного эксперимента / В. Никируй // Флексоплюс. – 2012. – №4. – С.30-32.
7. Пат. 73008 Украина, МПК (2012.01) B41D 7/00 Устройство для вымывания фотополимерных флексографских печатных форм / Слободяник В. Г., Репета В. Б., Шибанов В. В.; заявитель и патентообладатель Украинская академия печати. - №201201317; заяв. 08.02.2012, опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17. –2 с.: ил.

**Рецензент:** Шибанов В.В., зам.главы экспертной комиссии, д.х.н., професор.