

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры  
«Промышленная автоматика  
и робототехника»  
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ О.А. Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Технология формных процессов»  
основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства**  
с направленностью (профилем)  
**Технология полиграфического производства**

Формы обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 290303-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Пальчун Е.Н., доцент, канд. техн. наук,  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## Содержание

Введение.....	5
Общие требования по выполнению работ.....	5
Требования по технике безопасности.....	6
Общие сведения о печатных формах и способах их записи.....	6
Сокращения, используемые в описании работ.....	8
<b>Лабораторная работа № 1. Изучение аналоговой технологии изготовления монометаллических форм плоской офсетной печати с увлажнением пробельных элементов.....</b>	<b>4</b>
<b>Лабораторная работа № 2. Характеристика офсетных резино-тканевых пластин.....</b>	<b>14</b>
<b>Лабораторная работа № 3. Перенос краски на бумагу.....</b>	<b>20</b>
<b>Лабораторная работа № 4. Набухание офсетной резино-тканевой пластины в смывочном растворе.....</b>	<b>25</b>
<b>Лабораторная работа № 5. Изучение размерных показателей и структуры полимерных плёночных материалов.....</b>	<b>28</b>

## **Введение**

Тематика практических работ по технологии формных процессов составлена в соответствии с учебной программой дисциплины и с учетом технической оснащенности учебно-практического обучения. Кроме того, для выполнения ряда практических работ будет использовано формное оборудование, формные пластины и контрольно-измерительная аппаратура фирм DuPont, Flint Group, Heidelberg, x-Rite и др.

Задачей практических работ является, в основном, изучение аналоговых и цифровых технологий изготовления печатных форм классических видов и способов печати. При выполнении этих работ студенты получают также представление о формировании печатающих и пробельных элементов на печатных формах различных типов.

На базе полученных в работах знаний в дальнейшем студенты выполняют практические работы исследовательского характера, т.е. посвященные исследованию факторов, которые влияют на те или иные показатели печатных форм.

### **Общие требования по выполнению работ**

Практические работы выполняются студентами самостоятельно под общим руководством преподавателя кафедры и под наблюдением инженера или лаборанта.

Необходимыми условиями выполнения каждой практической работы являются:

— предварительный инструктаж по технике безопасности в начале семестра, проводимый преподавателем;

— предварительное домашнее ознакомление с описанием работы, без этого студент не допускается к работе. Контроль за подготовкой возлагается на преподавателя, который проводит занятия;

— оформление письменного отчета о проделанной работе, с выводами по ней с учетом содержания, предусмотренного в описании каждой практической работы;

— сдача работы преподавателю.

При отрицательной оценке по сдаваемой работе студент вновь ее прорабатывает и повторно защищает. Студент не допускается к выполнению следующей работы, если у него не отработаны и/или не защищены две предыдущие практические работы.

Выполняя практическую работу студент обязан:

— выполнять все указания и распоряжения, сделанные преподавателем кафедры во время работы;

— строго соблюдать правила по технике безопасности, порядок и чистоту в помещении;

— после пользования инструментами, рабочими растворами и другими материалами возвращать их на отведенные заранее места;

— при всех затруднениях в работе с оборудованием и материалами обращаться за разъяснениями к преподавателю, инженеру или учебному мастеру, руководителю центра учебно-практического обучения;

— экономно расходовать материалы и растворы; бережно относиться к оборудованию, приборам и инструментам.

Отчет по практической работе включает в обязательном порядке карту технологического процесса в виде таблицы, содержащей конкретные сведения во всех ее графах.

Таблица

Номер	Наименование операции	Назначение операции и ее сущность	Применяемое оборудование, приборы и инструменты	Применяемые материалы и рабочие растворы	Режимы выполнения операции
1	2	3	4	5	6

Законченная работа принимается ведущим занятием преподавателем, о чем делается запись в отчете, указывается также дата защиты и ставится подпись преподавателя.

### Требования по технике безопасности

Требования по технике безопасности в аудитории сформированы и утверждены руководством кафедры ТППиЗИ. С этими требованиями студенты знакомятся на первом занятии, после чего расписываются в ведомости, которая хранится в аудитории.

Перед проведением каждой работы преподаватель дополнительно напоминает студентам о специфике работы на конкретном оборудовании, с конкретными материалами и растворами, которые могут стать причиной нарушения правил по технике безопасности.

### Общие сведения о печатных формах и способах их записи

Печатная форма — вещественный носитель графической информации (текстовой и изобразительной), предназначенный для ее размножения путем печатания.

Изготовление печатных форм осуществляется на стадии формных процессов в результате проведения комплекса операций, связанных с записью информации на формную пластину и с ее последующей обработкой (при необходимости).

На рис. 1 приведена укрупненная классификация печатных форм классических видов и способов печати, изучаемых в курсе «Технология формных процессов».

В настоящее время печатные формы изготавливаются двумя основными способами: форматным и поэлементным. Технология изготовления печатных форм форматной записью называется аналоговой; изготовление печатных форм поэлементной записью — это цифровая технология.

Аналоговые технологии используются при изготовлении печатных форм плоской офсетной печати с увлажнением (ОСУ) и без увлажнения (ОБУ) пробельных элементов, типографской и флексографской печати. Цифровые технологии находят применение при изготовлении печатных форм для ОСУ и ОБУ, флексографской и глубокой печати. Классификация способов записи печатных форм и их конкретная реализация для классических видов и способов печати приведена на рис. 2.

Наибольшее применение в настоящее время находят цифровые технологии, однако аналоговые технологии, позиции которых заметно ослабели в последние годы, все еще используются на полиграфических предприятиях.

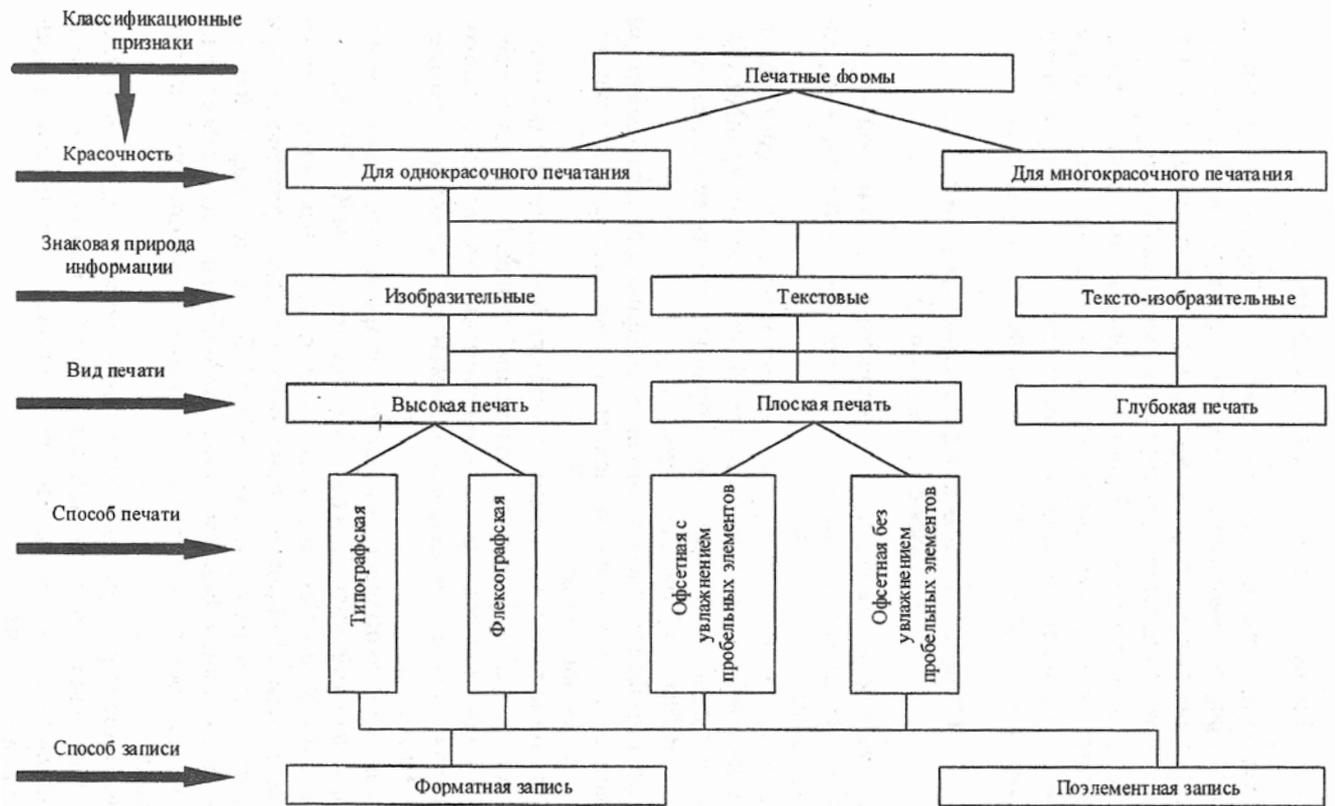
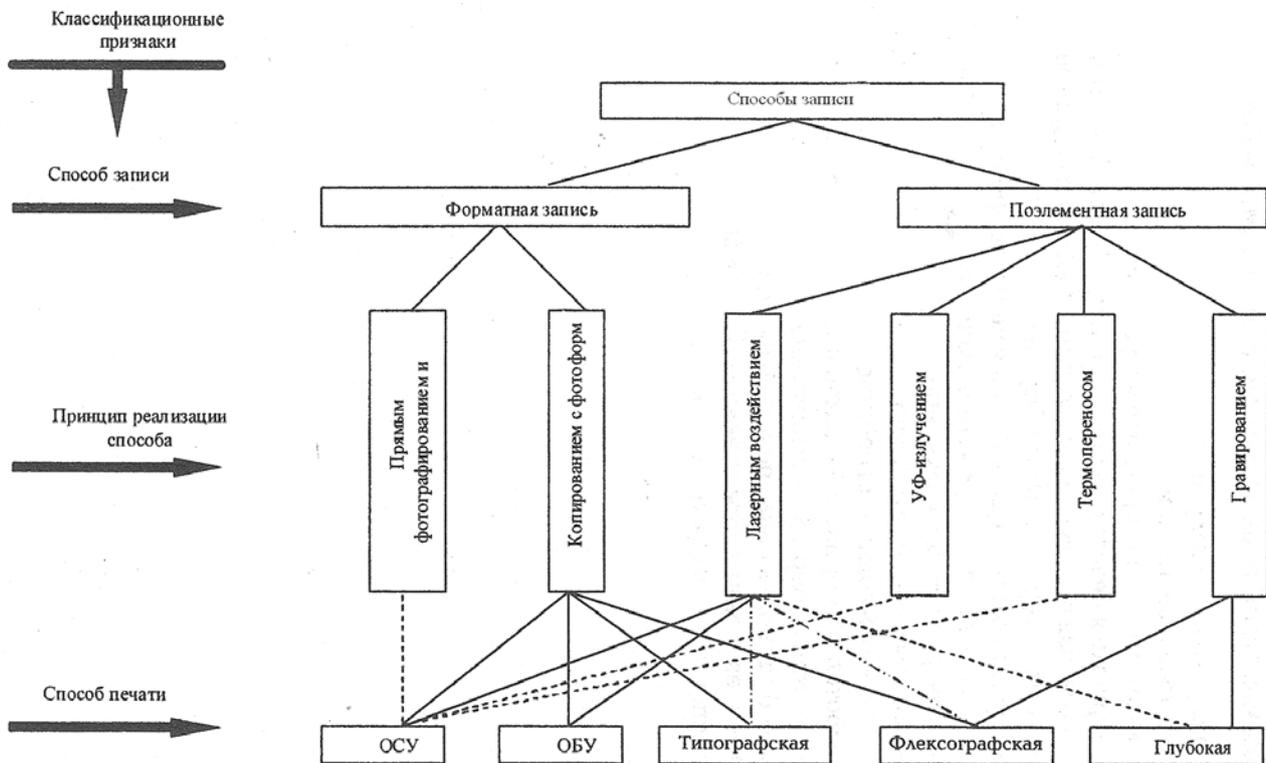


Рис.1. Классификация печатных форм классических видов и способов печати



Примечание: - - - - - находит ограниченное применение;  
 - · - · - · - используется при первичной записи информации.

Рис.2. Классификация способов печатных форм

## Сокращения, используемые в описании работ

ИК—инфракрасное излучение.

КС — копировальный слой.

ЛЭУ—лазерное экспонирующее устройство.

ОСУ— офсетная печать с увлажнением пробельных элементов.

ОБУ—офсетная печать без увлажнения пробельных элементов.

СТР — «компьютер — печатная форма».

СТсР — «компьютер—традиционная печатная форма».

СТPress — «компьютер — печатная машина».

УФ—ультрафиолетовое излучение.

ФВУ—фотовыводное устройство.

ФрВУ—формовыводное устройство.

ФПК—фотополимеризуемая композиция.

ФПП — фотополимеризуемая пластина.

ФППФ — фотополимерная печатная форма.

ЭВПФ — электронная версия печатной формы.

ЭУ — экспонирующее устройство.

**Лабораторная работа № 1 (4 часа)**  
**ИЗУЧЕНИЕ АНАЛОГОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМ**  
**ПЛОСКОЙ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ С УВЛАЖНЕНИЕМ**  
**ПРОБЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

**Цель работы:** изучить технологию изготовления монометаллических офсетных печатных форм с увлажнением пробельных элементов (ОСУ).

**Задачи работы:** получить представление об особенностях изготовления печатных форм для ОСУ позитивным копированием; изготовить печатную форму на монометаллической формной пластине позитивным копированием модельной фотоформы

**2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Технология ОСУ основана на избирательном смачивании печатающих и пробельных элементов форм плоской офсетной печати. Смачивание или несмачивание твердой поверхности жидкостью определяется соотношением сил притяжения жидкости к твердому телу (силами адгезии) и сил взаимного притяжения между молекулами самой жидкости (силами когезии). При печати поверхность формы контактирует одновременно с двумя разными по полярности жидкостями и смачивается или не смачивается ими. Эти жидкости — увлажняющий раствор и печатная краска.

Для того, чтобы пробельные элементы смачивались увлажняющим раствором, они должны быть гидрофильны. Печатающие элементы должны быть, наоборот, гидрофобны, а также олеофильны, тогда они красковосприимчивы. Аналоговая технология реализуется путем форматной записи офсетных печатных форм и осуществляется копированием изображения фотоформы на копировальный слой монометаллической формной пластины.

К фотоформам предъявляют следующие требования, которые можно разделить на три группы:

— общие требования, например, линейные размеры фотоформы и изображения на ней; его зеркальность и полярность; линиатура растривания, наличие контрольных шкал, меток и др.;

— требования к оптической плотности элементов изображения:  $D_{min}$  и  $D_{max}$  интервал оптических плотностей  $\Delta D$ . Для плоской офсетной печати  $D_{min} \leq 0,10$ ,  $D_{max} \geq 3,5$ ;

— требования к репродукционно-графическим показателям, включающим градационную характеристику растровых фотоформ и графическую точность воспроизведения геометрических размеров штриховых деталей.

Эти показатели регламентируются соответствующей нормативно-технической документацией.

В настоящее время в нашей стране аналоговая технология ОСУ реализуется путем изготовления монометаллических печатных форм копированием на формные пластины с позитивным копировальным слоем. Строение

монометаллических формных пластин показано на рис. 5.1. Как правило, в качестве подложки используется алюминий толщиной 0,15 и 0,30 мм, на котором после специальной обработки формируются слои 2 и 3. В результате этого поверхность подложки приобретает гидрофильные свойства. На поверхности подложки расположен копировальный слой; В качестве позитивных копировальных слоев используются слои на основе ортонафтохинондиазидов (ОНХД). На поверхности КС располагается верхний микрорельефный слой, необходимый для улучшения оптического контакта между КС и фотоформой в процессе копирования.

При экспонировании через диапозитив в КС происходит реакция фотодиссоциации с последующей фотодеструкцией слоя, в результате которой ОНХД (I), разрушаясь, в конечном итоге образует инденкарбоновую кислоту (II). Реакция (5.1) многоступенчатая и обратимая:

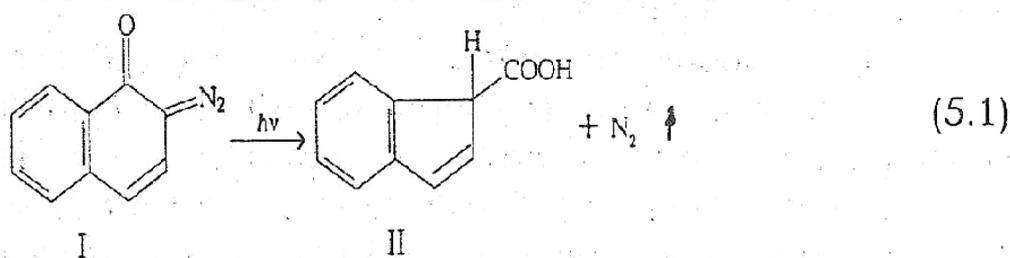
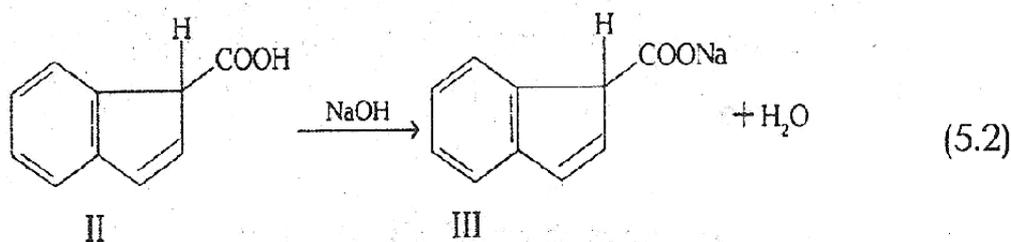


Рис. 5.1. Схематическое строение монометаллической формной пластины для ОСУ: 1 — подложка; 2 — оксидная пленка; 3 — гидрофильный слой; 4 — копировальный слой; 5 — микрорельефный слой

Фотодиссоциация ОНХД сопровождается выделением газа—молекулярного азота. Выделение газа может приводить к «вспучиванию» копировального слоя и, как следствие, к «непроектированию» изображения на печатной форме (в связи с этим в копировальных экспонирующих устройствах предусмотрен постоянный автоматизированный отвод газа из зоны контакта фотоформы и формной пластины).

В дальнейшем при проявлении в водно-щелочном растворе (с pH = 12-13) инденкарбоновая кислота (II) превращается в водорастворимую натриевую соль инденкарбоновой кислоты (III) согласно реакции (5.2):



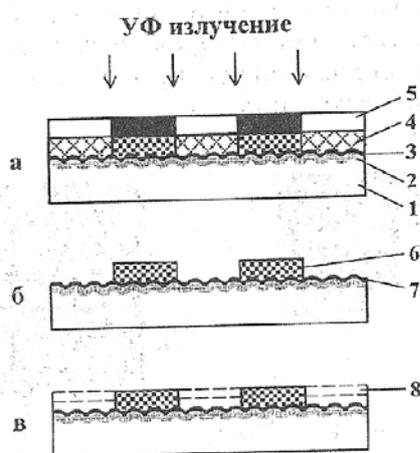
Таким образом, в результате воздействия УФ-излучения и последующего проявления ранее нерастворимый ОНХД на экспонированных участках превращается в водорастворимое соединение (натриевую соль инденкарбоновой кислоты). Эта соль хорошо смывается водой при последующей промывке формы.

Одновременно с поверхности подложки удаляется и микрорельефный слой, обладающий хорошей растворимостью.

В дальнейшем осуществляется нанесение защитного коллоида (гуммирование), которое необходимо для защиты формы от механических повреждений и улучшения гидрофильных свойств пробельных элементов.

Копирование изображения на формную пластину осуществляется в экспонирующем устройстве. Полученная копия подвергается последующей обработке (проявлению, промывке, гуммированию и сушке). Эти операции проводятся в процессоре. В результате получается готовая к применению печатная форма. При необходимости печатная форма может подвергаться технической корректуре, позволяющей устранить дефекты, которые возникают из-за наличия на монтажной фотоформе липкой ленты, крестов для совмещения изображения, теней от краев фотоформ, пыли и т. д. В ряде случаев печатные формы дополнительно подвергаются термообработке, которая позволяет в 2÷3 раза повысить ее тиражестойкость.

На рис. 5.2 приведена схема изготовления монометаллической печатной формы на формной пластине с позитивным копировальным слоем, где показано также формирование печатающих и пробельных элементов.



*Рис.5.2.* Схема изготовления монометаллической печатной формы копированием с диапозитива: а- экспонирование; б – проявление; в – нанесение защитного покрытия; 1 – алюминиевая подложка; 2 – оксидный слой; 3 – гидрофильный слой; 4 – позитивный копировальный слой; 5 – фотоформа; 6 – печатающие элементы; 7 – пробельные элементы; 8 – пленка защитного коллоида

Технологический процесс изготовления монометаллической печатной формы для ОСУ включает следующие операции:

- входной контроль фотоформы и формной пластины;
- подготовку оборудования для экспонирования и обработки;
- выбор режимов для экспонирования и обработки копий;
- экспонирование через фотоформу;
- проявление;

- промывку;
- гуммирование (нанесение защитного гидрофильного коллоида);
- сушку;
- техническую корректуру (при необходимости);
- термообработку (при необходимости).

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- 3.1. Установка для экспонирования *Bacher 3071* издательства ТулГУ.
- 3.2. Секундомер.
- 3.3. Проявочная машина для печатных форм *InterPlater 66* издательства ТулГУ.
- 3.4. Тест-объект.
- 3.5. Микроскоп измерительный со шкалой 1,6/0,02 мм (50×) издательства ТулГУ.
- 3.6. Монометаллическая формная пластина с позитивным копирувальным слоем издательства ТулГУ.
- 3.7. Проявляющий раствор для используемой формной пластины издательства ТулГУ.

### 4. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

Изучение технологии изготовления печатных форм для ОСУ начинается со знакомства со стадиями процесса изготовления форм.

При проведении работы используется тест-объект, включающий штриховые детали различного размера и шрифт различного кегли (рис. 5.3).

Преподаватель выдает задание на копирование тест-объекта, указывая величину экспозиции (или время экспонирования и величину освещенности). При экспонировании необходимо обратить внимание на размещение фотоформы на формной пластине — она должна располагаться эмульсионной стороной к поверхности КС. В противном случае из-за светорассеяния в подложке фотоформы ухудшается воспроизведение мелких деталей.

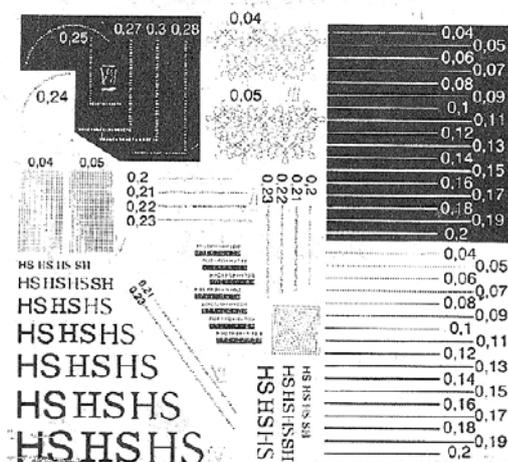


Рис. 5.3. Внешний вид тест-объекта

После экспонирования КС копии подвергают проявлению. На готовых формах студенты оценивают воспроизведение деталей. При этом необходимо обратить внимание на размеры минимально воспроизводимых штриховых деталей, а также на размер минимально воспроизводимого шрифта (учитывается воспроизведение всех элементов шрифта: засечек, соединительных штрихов и т. д.). Результаты анализа заносят в таблицу.

Для оценки влияния копирования через подложку фотоформы на качество воспроизведения изображения студенты на заранее изготовленной печатной форме визуально оценивают воспроизведение деталей изображения (в том числе, текста) и делают выводы.

## **5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

5.1. Ознакомиться с модельным тест-объектом и дать характеристику содержащихся в нем деталей (штриховых и текстовых).

5.2. Изготовить печатную форму, копируя на формную пластину тест-объект.

5.3. Провести визуальный контроль печатной формы.

5.4. Проконтролировать воспроизведение штриховых и текстовых деталей на печатной форме (данные занести в таблицу).

5.5. Оформить письменный отчет о работе.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

8.1. Наименование работы, ее цель и содержание, дата выполнения работы.

8.2. Карта технологического процесса изготовления монометаллической печатной формы плоской офсетной печати позитивным копированием.

Экспериментальные данные (таблица).

*Таблица*

### **Показатели печатных форм**

Номер п/п	Условия копирования	Воспроизведение изображения на печатной форме	
		штрихового	текстового
1			
2			

8.4. Выводы по работе.

## **7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

7.1. Какими свойствами должны обладать элементы печатной формы для плоской офсетной печати?

7.2. В чём заключается технология изготовления печатных форм плоской офсетной печати?

7.3. Назовите очередность слоёв формы для ОСУ.

7.4. Каким видом излучения необходимо воздействовать на форму для ОСУ?

7.5. Чем покрывается печатная форма после завершения всех стадий технологического процесса?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 8.1. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М., 1998.
- 8.2. *Киппхан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М.: МГУП, 2003. — С. 217 – 219.
- 8.3. *Полянский Н.Н.* Технология формных процессов: учебник / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова. — М.: МГУП, 2007. — С. 138-142.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОФСЕТНЫХ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ ПЛАСТИН

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

**Цель работы:** определение деформационных характеристик и характера пластической деформации резинотканевых пластин с целью прогнозирования их поведения в процессе печати.

### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для переноса изображений с печатной формы на бумагу используют резино-тканевую пластину. Для обеспечения перехода краски необходимо создать надёжный контакт за счёт создания определённого давления.

Давайте с Вами немного поговорим о том, как изготавливают РТП. Существует два варианта технологии изготовления резинотканевых пластин.

Для получения резинового рабочего слоя изготавливают резиновую смесь, которая состоит в основном из каучука, а также смол, наполнителей и пластификатора.

Эту смесь каландрируют на четырехвалковом каландре, следя за тем, чтобы в слое не образовывались воздушные пузырьки.

**Каландр** (из фр. **Calandre** – каток, валик) – машина для непрерывного формования листа полимера методом пропускания его через зазор между вращающимися валами, придающая материалу гладкую, ровную поверхность.

Каландрированная пластина, как говорят технологи, дублируется, т.е. соединяется, с текстильной основой при их вулканизации на специальном вулканизационном аппарате.

Существует также шаберный метод изготовления резино-тканевых пластин, в котором над валом, по которому движется ткань, установлен шабер, представляющий собой нож. Этот нож служит для выравнивания наносимого на ткань резинового слоя.

Резинотканевая офсетная пластина по конструкции представляет собой двух – четырехслойную прорезиненную ткань с односторонним резиновым слоем. Верхний резиновый слой – рабочий, на него передается краска с печатной формы и затем на бумагу.

Для изготовления офсетных резинотканевых пластин необходимо применение резины, имеющей высокую адгезию к текстильным материалам и высокое сопротивление к старению под воздействием освещения, нагревания, краски и смывочных веществ.

В процессе печатания резинотканевая пластина непрерывно подвергается механическим и химическим воздействиям, что приводит к постепенному изменению её свойств, называемому усталостью резины. Деформационные воздействия на резину вначале приводят к обратимым, а после длительного воздействия – необратимым изменениям, заканчивающимся разрушением материала.

Восстановление свойств резины после многократных деформаций, получаемых в процессе печатания, как Вы понимаете, происходит в момент выхода ее из под давления.

Химические процессы, т.е. воздействие на поверхность резинотканевой пластины красок, растворителей, атмосферных условий, приводят к необратимой усталости резины, появлению микротрещин и отверждению верхнего рабочего слоя. В свою очередь внешние механические воздействия ускоряют химические процессы, протекающие в полимерах, и тем самым способствуют быстрейшему окислению, т.е. отверждению смол и каучуков, входящих в состав верхнего слоя резины.

Печатнотехнические свойства ОРТП определяются свойствами компонентов, входящих в резиновую композицию их краскопередающих слоев, – в первую очередь свойствами каучуков. Для повышения стабильности офсетного печатного процесса необходимо свести к минимуму число компонентов резиновой композиции печатающего слоя ОРТП, которые вступают в химическую реакцию с компонентами печатных красок.

Таблица – Характеристики ОРТП для УФ-красок

Страна производитель	Наименование ОРТП	Толщи- на ОРТП, мм	Печатно-технические свойства краскопередающего слоя ОРТП		Доли деформации ОРТП в суммарном сжатии $E_{\text{сум}}$ , %		
			Толщина краскопередающего слоя, мм	Твердость в ед. Шора	$E_{\text{упр}}$	$E_{\text{эл}}$	$E_{\text{ост}}$
Япония	Air Excel Apollo UV (темно- сиреневая)	1,97	0,30	79	69,4	7,8	22,8
Япония	FS-100 UV (серая)	1,94	0,40	82	68,2	6,8	25,0
	FS-70 (синяя)	1,94	0,30	79	70,0	7,2	22,8
Германия	Ruby (красная)	1,96	0,40	78	61,6	9,4	29,0
Италия – США	Vulkan UV (фиолетовая)	1,96	0,35	80	69,7	7,9	22,4
	Vulkan combo (голубая)	1,96	0,35	80	72,1	10,2	17,7

Великобритания	TR Turquoise (синяя)	1,95	0,25	76	72,3	8,6	19,1
----------------	-------------------------	------	------	----	------	-----	------

Вспомним схему офсетного печатного процесса, чтобы вы представили место РТП в общем процессе печати.

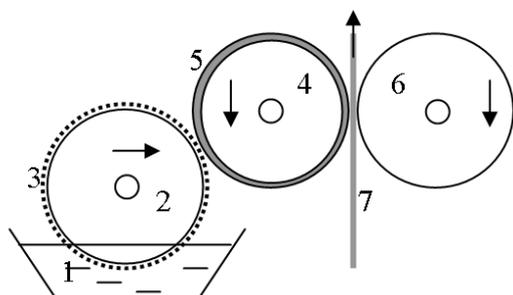


Рисунок 1 – Схема печати:

- 1 – ёмкость с краской,
- 2 – формный цилиндр,
- 3 – печатная форма,
- 4 – офсетный цилиндр,
- 5 – РТП,
- 6 – цилиндр противодействия (опорный),
- 7 – запечатываемый материал

**РТП** или **Декель** (от нем. *Deckel* – крышка), эластичная прослойка в печатных машинах, помещаемая между поверхностью, прижимающей запечатываемый материал (печатным цилиндром, тиглем), и печатной формой; служит для переноса краски с печатной формы на запечатываемый материал. В значительной степени определяет качество печатания.

В офсетной печати декель бывает трех видов: жесткий, полужесткий и мягкий. Выбор декеля зависит от качества запечатываемого материала. Жесткий декель позволяет получить лучшее качество печати, мягкий позволяет печатать на материалах низкого качества (рыхлых бумагах), а также фактурных материалах.

Деформация декеля носит сложный характер, т.к. декельные материалы являются высокополимерными композициями (т.е. при изменении условий изменяются их свойства).

Деформация декеля состоит из составляющих:

- 1) упругая и сумма эластических деформаций (обратимые),
- 2) пластическая деформация (необратимая).

$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_y + \sum \varepsilon_{эл} + \varepsilon_{ост},$$

где  $\varepsilon_{\Sigma}$  – суммарная деформация декеля,

$\varepsilon_y$  – упругая деформация,

$\sum \varepsilon_{эл}$  – суммарная эластическая деформация,

$\varepsilon_{ост}$  – остаточная деформация декеля.

Величина остаточной деформации определяет время приработки декеля.

Для повышения точности передачи изображения необходимо, чтобы в процессе печати основные упругие деформации испытывала под нагрузкой **основа** резино-тканевой пластины и минимальный верхний рабочий слой пластины.

В создании давления при печати основную роль играют обратимые деформации, такие как упругая и, частично, – эластическая.

Во время работы печатной машины декель постепенно накапливает необратимые деформации.

Для определения суммарной деформации декеля и составляющих её обратимых и необратимых деформаций анализируют кривую деформации декеля.

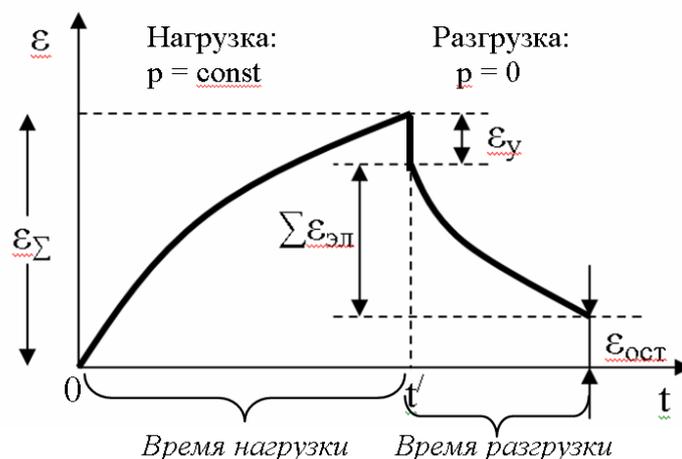


Рисунок 2 – Кривые деформации декеля под действием нагрузки и её спада после снятия нагрузки

Кривую повышения деформации (участок 0– $t'$ ) получают при сжатии декеля под действием нагрузки постоянной величины ( $p = \text{const}$ ) в течение определённого времени ( $t = 30$  мин.).

Кривую спада деформации (участок  $t'$ – $t$ ) получают после снятия нагрузки ( $p = 0$ ,  $t = 30$  мин).

По величине деформации декеля под нагрузкой и после её снятия можно определить значения обратимой деформации и остаточной (необратимой) деформации.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Калькулятор.
2. Толщиномер (микрометр).

### 4. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Определить толщину резино-тканевой пластины.
2. Найти относительное сжатие.
3. Определить остаточное сжатие.
4. Построить график относительной и остаточной деформации пластины.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определяем толщину резино-тканевой пластины.
2. Нагружаем пластину грузом (при этом нагрузка составляет  $80 \text{ Па} = 8 \text{ кгс/см}^2$ ).
3. Устанавливаем изменение толщины пластины после нагружения через 5, 10 и 15 минут.

4. Удаляем груз и определяем толщину пластины после снятия нагрузки через 5, 10 и 15 минут.
5. После этого находим относительное сжатие по формуле:  

$$\varepsilon_o = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100 \%$$
6. Затем находим остаточное сжатие по формуле:  $\varepsilon_{ост} = \frac{h_0 - h_2}{h_0} \cdot 100 \%$ , где  $h_0$  – первоначальная толщина пластины,  
 $h_1$  – толщина сжатой пластины при нагрузке,  
 $h_2$  – толщина пластины после снятия нагрузки.
7. Строим график относительной и остаточной деформации пластины.

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Выполнить необходимые расчёты согласно выданному заданию и варианту.

Толщина пластины $h_1$ при нагрузке через 5, 10 и 15 мин.	1	2	3
$h_5$	2,092	2,076	2,07
$h_{10}$	2,09	2,071	2,061
$h_{15}$	2,086	2,065	2,055

Относительная деформация $\varepsilon_o$	1	2	3
при $h_5$			
при $h_{10}$			
при $h_{15}$			

(1, 2, 3 – циклы приложения нагрузки)

Толщина пластины $h_2$ после снятия нагрузки через 5, 10 и 15 мин.	1	2	3
$h_5$	2,061	2,034	2,016
$h_{10}$	2,065	2,038	2,021
$h_{15}$	2,069	2,044	2,026

Остаточная деформация $\varepsilon_{ост}$	1	2	3
при $h_5$			
при $h_{10}$			
при $h_{15}$			

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое декель?
2. Чем определяются печатнотехнические свойства резиноканевых пластин?
3. Что такое каландр?

#### 4. Какие методы изготовления РТП вам известны?

### 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

8.1. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М., 1998.

8.2. *Киппхан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М.: МГУП, 2003. — С. 217 – 219.

8.3. *Полянский Н.Н.* Технология формных процессов: учебник / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова. — М.: МГУП, 2007. — С. 138-142.

Вариант 1:  $h_0 = 2,375$

Вариант 2:  $h_0 = 2,194$

Вариант 3:  $h_0 = 2,544$

Вариант 4:  $h_0 = 2,231$

Вариант 5:  $h_0 = 2,184$

Вариант 6:  $h_0 = 2,122$

Вариант 7:  $h_0 = 2,301$

Вариант 8:  $h_0 = 2,402$

Вариант 9:  $h_0 = 2,269$

Вариант 10:  $h_0 = 2,175$

Вариант 11:  $h_0 = 2,218$

Вариант 12:  $h_0 = 2,314$

Лабораторная работа № 3 (3 часа)  
**ПЕРЕНОС КРАСКИ НА БУМАГУ**

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

**Цель работы:** проанализировать поведение резино-тканевой пластины и оценить количество переносимой краски на бумагу.

### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Резинотканевые пластины должны отвечать ряду технологических требований. Эти требования определяются в первую очередь упругими свойствами резиноканевой пластины, характеризующими её поведение как упругого материала, сжимаемого под давлением при печатании. Поверхность офсетной резино-тканевой пластины должна хорошо воспринимать с формы и передавать на бумагу печатную краску, и вместе с тем быть устойчивой к действию связующего красок и растворителей, минимально набухать и не растворяться в них.

Очень важным показателем качества офсетных резиноканевых пластин является их равномерность по толщине в пределах одной пластины, так как применение декеля, неравномерного по толщине, вызовет необходимость резко повышать давление при печатании.

Таблица – Характеристики ОРТП для УФ-красок

Страна производитель	Толщина ОРТП, мм	Набухание пластины в смеси УФ-краски и смывочного средства, мг/см <sup>2</sup>
Япония	1,97	0,04
Япония	1,94	1,02
		19,46
Германия	1,96	1,04
Италия – США	1,96	2,33
	1,96	23,0
Великобритания	1,95	23,9

При печати стремятся, чтобы количество перешедшей краски было максимальным. Т.е. чтобы постоянный слой на поверхности РТП был минимален, а большая часть переходила на бумагу.

Это определяется физико-химическими и упругими свойствами поверхности РТП.

Процент перехода краски на бумагу в лучшем случае составляет 60–65 %.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Калькулятор.
2. Линейка.

#### 4. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Рассчитать толщину красочного слоя.
2. Построить график, характеризующий переход краски на оттиск.

#### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассчитать толщину красочного слоя, нанесённого на резино-тканевую пластину по формуле:

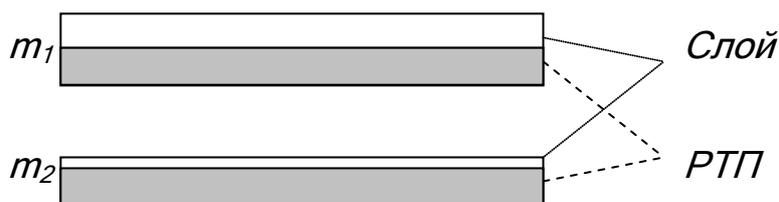
$$H = \frac{V}{S},$$

где  $V$  – объём краски,  $\text{см}^3$ ,  
 $S$  – площадь пластины,  $\text{см}^2$ .

$$H = \frac{m}{\rho \cdot S},$$

где  $\rho$  – плотность краски,  $\text{г}/\text{см}^3$ ,  
 $m$  – масса нанесённой краски,  $\text{г}$ ,  
 $S$  – площадь,  $\text{см}^2$ .

2. Массу краски, нанесённую на резино-тканевую пластину, определить по разнице масс пластин до и после нанесения краски.



3. Толщину слоя краски, перешедшего на бумагу, определить по формуле:

$$H = \frac{m_1 - m_2}{\rho \cdot S},$$

где  $m_1$  – масса пластины с краской до снятия оттиска,  $\text{г}$ ,  
 $m_2$  – масса пластины после снятия оттиска,  $\text{г}$ .

Т.к. переход краски зависит от свойств бумаги и давления, то во время опыта давление сохраняется постоянным и партия бумаги не меняется.

4. На основе полученных данных построить график, характеризующий переход краски.

$$\rho = 1,3 \text{ г}/\text{см}^3, \quad S = 100 \text{ см}^2.$$

$$\% \text{ перехода краски} = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\%$$



Таблица – Расчёт толщины слоя краски

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчёт должен содержать необходимые расчеты, график зависимости процента перехода краски от толщины слоя краски на оттиске и выводы по работе.

Ниже приведены варианты для проведения расчётов.

Вариант 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,625	1,675	1,924	2,466	3,081	3,679	4,693	5,447	5,616	5,772	6,344	6,903
$m_2$	0,65	0,78	1,04	1,43	1,82	2,21	2,86	3,38	3,51	3,64	4,03	4,42

Вариант 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,610	1,650	1,852	2,836	3,125	3,689	4,568	5,281	5,328	5,567	6,357	6,862
$m_2$	0,63	0,74	0,91	1,44	1,95	2,25	2,83	3,34	3,41	3,66	4,28	4,73

Вариант 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,515	1,634	1,798	2,592	3,324	3,789	4,254	5,115	5,681	5,754	6,440	6,823
$m_2$	0,61	0,76	0,91	1,35	1,78	2,16	2,73	3,25	3,49	3,58	4,11	4,47

Вариант 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,498	1,656	1,863	2,128	3,148	3,452	4,622	5,320	5,659	5,733	6,401	6,909

$m_2$	0,60	0,71	0,84	1,16	1,81	2,17	2,74	3,41	3,52	3,68	4,23	4,51
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Вариант 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,564	1,687	1,827	2,684	3,105	3,654	4,658	5,471	5,613	5,749	6,350	6,877
$m_2$	0,59	0,68	1,18	1,57	1,94	2,35	2,96	3,35	3,56	3,69	4,16	4,45

Вариант 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,614	1,691	1,935	2,135	3,123	3,852	4,654	5,421	5,601	5,734	6,394	6,958
$m_2$	0,57	0,76	1,08	1,45	1,80	2,23	2,94	3,37	3,61	3,65	4,14	4,56

Вариант 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,581	1,614	1,876	2,941	3,159	3,489	4,602	5,390	5,589	5,645	6,450	6,989
$m_2$	0,62	0,70	1,08	1,49	1,87	2,27	2,94	3,42	3,56	3,69	4,15	4,55

Вариант 8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,602	1,683	1,947	2,654	3,456	3,568	4,615	5,455	5,614	5,722	6,395	6,871
$m_2$	0,61	0,70	1,10	1,45	1,86	2,29	2,76	3,41	3,58	3,69	4,13	4,54

Вариант 9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,573	1,598	1,961	2,355	3,354	3,421	4,615	5,430	5,692	5,701	6,356	6,968
$m_2$	0,62	0,79	1,05	1,42	1,84	2,32	2,87	3,42	3,55	3,60	4,08	4,49

Вариант 10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$	1,588	1,674	1,975	2,261	3,245	3,983	4,633	5,456	5,695	5,738	6,319	6,928
$m_2$	0,63	0,77	1,09	1,47	1,89	2,36	2,81	3,33	3,50	3,64	4,05	4,40

### 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом определяется процент перехода краски на оттиск?
2. Какой процент перехода краски считается оптимальным?
3. Какими свойствами характеризуются офсетные резино-тканевые пластины?
4. Какие свойства резинотканевой пластины необходимо учитывать при её выборе?

### 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М., 1998.
2. *Киппхан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М.: МГУП, 2003. — С. 217 – 219.
3. *Полянский Н.Н.* Технология формных процессов: учебник / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова. — М.: МГУП, 2007. — С. 138-142.

Лабораторная работа № 4 (3 часа)  
**НАБУХАНИЕ ОФСЕТНОЙ РЕЗИНО-ТКАНЕВОЙ ПЛАСТИНЫ В  
СМЫВОЧНОМ РАСТВОРЕ**

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

**Цель работы:** проанализировать поведение резино-тканевой пластины и оценить изменение массы образца пластины после обработки.

### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Пластины резинотканевые офсетные выпускаются по ГОСТ 6451–75. В зависимости от назначения изготавливают пластины шести типов для печатания:

А – для газетно-журнальной продукции на рулонных офсетных машинах;

Б – на листовых однокрасочных и двухкрасочных машинах;

В – для массовой продукции на листовых однокрасочных и многокрасочных машинах;

ВБ – для массовой продукции на листовых однокрасочных и двухкрасочных машинах;

Г – для продукции с повышенной точностью на мелованной, картографической и гладкой бумаге на листовых машинах;

Д – для учебников и книг на высокопроизводительных рулонных машинах.

Толщина рабочего резинового слоя для пластин всех типов не менее 0,5 мм.

Пластины выпускают разных форматов, в зависимости от формата машин: по длине от 800 до 1700 мм, ширине от 460 до 1400 мм и толщине от 1,80 до 1,95 мм. Равномерность по толщине должна быть в пределах  $\pm 0,02 \div 0,03$  мм.

Резинотканевые пластины испытывают по физико-механическим показателям, главными из которых являются удлинение под нагрузкой, относительное сжатие, относительное остаточное сжатие (этому была посвящена наша первая работа) и изменение массы при набухании рабочего слоя.

Набухание резинового слоя при температуре  $20 \pm 2$  °С должно быть не более  $1,2 \text{ мг/см}^2$  в керосине и не более  $1 \text{ мг/см}^2$  в связующем печатных красок. Эти требования предъявляются к пластинам типа А и Д.

Итак, набухание определяется по разнице массы образца пластины до и после обработки рабочего резинового слоя керосином (связующее печатных красок рассматривать не будем) в течение 1 часа при температуре  $20 \pm 2$  °С. Набухание выражается в  $\text{мг/см}^2$ .

Набухание резинового слоя при температуре  $20 \pm 2$  °С должно быть не более  $1,2 \text{ мг/см}^2$  в керосине и не более  $1 \text{ мг/см}^2$  в связующем печатных красок.

Теперь задаём исходные параметры и производим расчёты.

В расчётах примем, что  $S=100 \text{ см}^2$ .

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Калькулятор.

#### 4. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Произвести расчёт набухания офсетной резино-тканевой пластины исходя из полученного варианта.

2. Зная нормы данного показателя, проанализировать соответствие полученного значения норме.

#### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Определить набухание РТП, которое выражается в мг/см<sup>2</sup> и определяется по формуле:

$$m = \frac{m_2 - m_1}{S} \cdot 1000,$$

где  $m_1$  – масса до набухания, г,

$m_2$  – масса после набухания, г.

$S$  – площадь поверхности образца, соприкасающегося с керосином, см<sup>2</sup>,

1000 – коэффициент пересчёта.

#### 1. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчёт должен содержать необходимые расчёты и выводы по работе.

Ниже приведены варианты для проведения расчётов.

Вариант	$m_1$ , мг	$m_2$ , мг	$S$ , см <sup>2</sup>
1	30,15	30,26	100
2	29,37	29,47	100
3	28,91	29,04	100
4	31,28	31,39	100
5	33,56	33,68	100
6	29,75	29,85	100
7	30,83	30,96	100
8	32,18	32,29	100
9	29,54	29,67	100
10	30,72	30,84	100
11	31,60	31,71	100
12	28,80	28,93	100

#### 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие вы знаете типы офсетных резинотканевых пластин?
2. Каким образом определяется набухание РТП?
3. В каких средах оценивается набухание РТП?
4. Каковы нормы при оценке набухания пластины?

#### 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

8.1. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М., 1998.

8.2. *Киппхан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М.: МГУП, 2003. — С. 217 – 219.

8.3. *Полянский Н.Н.* Технология формных процессов: учебник / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова. — М.: МГУП, 2007. — С. 138-142.

Лабораторная работа № 5 (2 часа)  
**ИЗУЧЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СТРУКТУРЫ  
ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

**Цель работы:** Изучение особенностей структуры полимерных пленочных материалов. Овладение методиками определения показателей, характеризующих структуру.

### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При производстве полимерных пленок и проведении входного контроля материалов обязательно контролируются их размерные показатели (масса  $1 \text{ м}^2$ , толщина, равномерность по толщине). Толщина и масса  $1 \text{ м}^2$  пленки влияют на такие ее свойства, как прозрачность, прочность, эластичность, газо- и паропроницаемость (барьерные свойства) и др. Как правило, при увеличении толщины пленки ее барьерные свойства и прочность растут, а прозрачность и эластичность уменьшаются. Масса  $1 \text{ м}^2$  пленки определяет расход материала при производстве полиграфической и упаковочной продукции.

Для пленочных материалов, используемых в качестве запечатываемых материалов и для ламинирования, важным показателем является равномерность по толщине.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Толщиномер (микрометр).
2. Электронные весы.
3. Линейка.
4. Ножницы.
5. Образцы пленок.

### 4. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Определить массу  $1 \text{ м}^2$  полимерной плёнки.
2. Определить толщину плёнки.
3. Произвести расчёт плотности и удельной поверхности.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

#### 1. Определение массы $1 \text{ м}^2$

Масса  $1 \text{ м}^2$  определяется путем взвешивания образцов пленок определенной площади и пересчетом затем массы на площадь листа в один квадратный метр.

1. Вырезать образец пленочного материала в виде квадрата площадью  $0,01 \text{ м}^2$  ( $10 \times 10 \text{ см}$ )
2. Взвесить образец на электронных весах

$$m_{\text{обр}} = \dots \text{ Г}$$

3. Рассчитать значение величины массы квадратного метра пленочного материала

$$m_{m^2} = \dots \text{ г}$$

Полученные данные заносят в сводную таблицу 2.

## 2. Определение толщины

Толщина определяется с помощью микрометра и выражается в микронах с точностью до 1 мкм.

4. На образце пленочного материала размером 100×100 мм измерить толщину материала с помощью толщиномера ТИБ-1 в пяти точках: в центре квадрата и по его краям.

5. Записать результаты измерений толщины исследуемого образца в пяти точках в табл. 1.7.

6. Рассчитать среднее значение толщины по формуле:

$$h_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{5} \quad (1)$$

7. Рассчитать равномерность по толщине по формуле:

$$R = \frac{h_{max} - h_{min}}{h_{cp}} \cdot 100\% \quad (2)$$

8. Сделать вывод о равномерности пленки по толщине:

$R < 8\%$  – пленка равномерная по толщине;

$R > 8\%$  – пленка неравномерная по толщине

Таблица 1

$h_1$ , мкм	$h_2$ , мкм	$h_3$ , мкм	$h_4$ , мкм	$h_5$ , мкм	$h_{cp}$ , мкм	R, %

## 3. Расчет плотности и удельной поверхности

Плотностью называют физическую величину, определяемую для однородного вещества его массой в единице объема.

Плотность полимерного пленочного материала рассчитывают по формуле:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{m_{обр}}{S_{обр} \cdot h_{cp}}, \quad \text{г/см}^3 \quad (3)$$

Пленочные материалы характеризуются большим отношением удельной поверхности к массе. Удельная поверхность определяет, сколько готового материала заданной толщины можно приготовить из 1 кг полимерного расплава.

Удельная поверхность ( $Y$ ) рассчитывается по формуле:

$$Y = \frac{1}{d}, \quad \text{м}^2/\text{кг} \quad (4)$$

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Полученные данные записываются в таблицу 2, в которую заносят результаты работы всей группы. В качестве вывода дается сравнительный анализ показателей пленок.

Таблица 2

Вид полимера	Масса, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мкм	Равномерность по толщине, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие размерные показатели контролируются при производстве полимерных пленок и проведении входного контроля материалов?
2. По какому показателю можно определить расход материала при производстве полиграфической и упаковочной продукции?
3. Для чего необходимо анализировать такой показатель, как равномерность пластины по толщине?
4. Какими значениями ограничена равномерность пластины по толщине при её оценке?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М., 2017.
2. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М.: МГУП, 2016. — С. 217 - 219.
3. Полянский Н.Н. Технология формных процессов: учебник / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова. — М.: МГУП, 2017. — С. 138-142.