

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л. Н. Блинов А. В. Иванов

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2011

ББК 24:37.8

Б 69

Блинов Л.Н. Физико-химические основы полиграфического производства : учеб. пособие / Л.Н. Блинов, А.В. Иванов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 351 с.

Изложены базовые химические знания, подходы, закономерности и алгоритмы, используемые в современных технологиях и схемах полиграфии. Системно описаны химические, физико-химические и химико-экологические характеристики и свойства материалов, широко применяемых в производстве различных видов и типов печатной продукции.

Может быть полезно студентам и аспирантам, обучающимся по направлениям и профилям полиграфии, полиграфических технологий, полиграфических машин и механизмов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Блинов Л.Н., Иванов А.В., 2011

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2011

ISBN 978-5-7422-2875-2

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель настоящего пособия — изложение основных химических *закономерностей, подходов, правил и понятий*, составляющих химическую основу полиграфического производства, создания различного рода печатной продукции. Потребность в таком издании назрела уже давно, поскольку в современной полиграфии не только применяется огромное количество химических веществ и материалов, но и используются различные процессы и технологии, частично или полностью имеющие химическую основу.

Для того чтобы выпускники полиграфических направлений и профилей (специальностей) понимали сущность физико-химических явлений — составной части многостадийного и комплексного процесса создания полиграфической продукции, а также для более качественного усвоения ими практических разделов и инструкций спецкурсов, и нужно такое пособие. Его материал составит своеобразное “ядро химических знаний”, необходимых и полезных для понимания конкретных химических процессов и их влияния на качество промежуточной и конечной продукции.

Химия, как наука, изучает вещества, их состав, строение, свойства и превращения, сопровождающиеся изменением внешних электронных оболочек атомов, но не затрагивающие состав и структуру их ядер. Под химическим превращением веществ понимаются процессы их разрушения и образования, происходящие в результате *химических реакций*. Химия изучает также явления, сопровождающие превращения веществ, и законы, управляющие этими превращениями.

Роль и место химии в системе других наук о природе определяется тем, что в области материального производства человеку всегда приходится иметь дело с веществом. Не зная его свойств и строения, химической природы его частиц, механизмов их взаимодействия, возможных путей превращения одного вещества в другое, нельзя понять многие явления и процессы, происходящие в природе и вокруг каждого из нас.

Наиболее важные задачи химии — получение и изучение веществ и материалов с определенными заданными свойствами на основе современных малоотходных и экологически чистых технологий и использование энергии химических превращений.

В полиграфическом производстве, как уже отмечалось, практически на всех этапах создания печатной продукции используются различные вещества и материалы: бумага, краски, клеи, смолы, растворители, растворы и т. д., именно поэтому в пособие включены разделы, связанные с веществом, его строением, стадиями организации, химической связью, дисперсными системами, разновидностью которых являются широко применяемые в полиграфии коллоидные растворы, гели, золи. Поскольку использование в полиграфическом производстве различных химических сред основано на химических и физико-химических законах и процессах, то было целесообразно дать основные **базовые** представления о них.

Кроме того, в настоящее время химия все большее значение должна играть в системе экологической составляющей образования всех выпускников технических направлений вузов, в том числе и полиграфических. Студенты должны не только понимать, что загрязнение окружающей среды обусловлено в первую очередь попаданием в нее *химических веществ* от различных источников загрязнения (естественных и искусственных), но и знать, как минимизировать антропогенные источники их поступления, какое негативное влияние они могут иметь для условий трудовой деятельности работников данной отрасли, их здоровья. Попадая в окружающую среду, химические вещества от различных производств вступают (или могут вступить) во взаимодействия как между собой, так и с составными частями атмосферы, гидросферы, почвы, оказывая чаще

всего негативное влияние на развитие живых организмов и человека. В настоящее время процесс загрязнения окружающей среды химическими веществами принял глобальный характер. Вопросы, связанные с загрязнениями окружающей среды, необходимо рассматривать на базе химии и химических знаний. Такой подход позволит не только глубже понять происходящие вокруг нас процессы и их негативные последствия, но и укажет научно обоснованные пути уменьшения или исключения влияния последних. Поэтому химико-экологические вопросы также нашли отражение в пособии.

*Широко простирает руки свои
химия в дела человеческие.*

М. В. Ломоносов

Глава 1

БАЗОВЫЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛИГРАФИИ

1.1. Строение вещества, химические частицы, химическая связь

Химический элемент. Вид атомов, характеризующихся одинаковым *зарядом ядра* (одинаковым числом протонов в ядре). Например, все атомы с зарядом ядра + 9 представляют собой атомы одного химического элемента — фтора. В настоящее время известно более 110 химических элементов. Каждый химический элемент имеет *название, химический символ* (знак), *атомный (порядковый) номер, атомную массу*, занимает определенное положение в *периодической системе элементов*, в которой его местоположение характеризуется *номером периода, номером группы* и ее подгруппой (главная — А или побочная — В). Разные химические элементы имеют различную распространенность в природе (атмосфера, гидросфера, литосфера, рис.1.1). Встречающиеся в природе химические элементы обычно состоят из смеси изотопов, среди которых различают *стабильные и радиоактивные изотопы*.

Химическое соединение. Химически индивидуальное вещество, в котором атомы одного (O_2 , N_2) или различных ($NaCl$, CH_4) элементов соединены между собой тем или иным видом *химической связи*. Различают химические соединения постоянного (дальтониды) и переменного (бертоллиды) состава, а также неорганические и органические химические соединения.

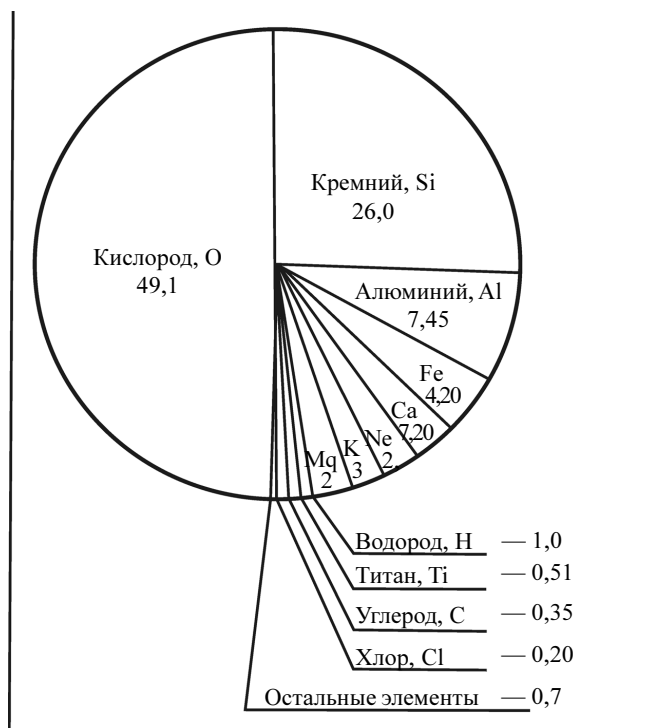


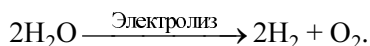
Рис. 1.1. Распространенность элементов в природе (атмосфера, гидросфера, литосфера), мас. доля, %

Вещество. Устойчивое скопление *дискретных образований* из микрочастиц, обладающих собственной массой или массой покоя. Обычно дискретными образованиями являются *атомные и молекулярные частицы*. Вещества различаются по *агрегатному состоянию*: газообразному (Cl_2 , O_2 , N_2), жидкому (H_2O , H_2SO_4 , Br_2), твердому (NaCl , KOH , SiO_2).

В зависимости от состава и свойств вещества могут быть *простыми и сложными*.

Простое вещество. Вещество, молекула которого состоит из атомов одного элемента. Например: сера (S), селен (Se), кремний (Si), германий (Ge), кислород (O_2), озон (O_3) и т. д.

Сложное вещество. Вещество, молекула которого образована атомами разных элементов. Например: вода (H_2O), аммиак (NH_3), азотная кислота (HNO_3), метан (CH_4). Сложное вещество можно разложить на *простые вещества*. Например, воду можно разложить на водород и кислород:



Индивидуальные вещества. *Вещества*, характеризующиеся определенным составом, строением и свойствами.

Химический состав. Элементный состав вещества. Например, вода (H_2O) состоит из водорода (H) и кислорода (O), метан (CH_4) — из углерода (C) и водорода (H).

Формула химического соединения. Химическая формула — это изображение состава вещества при помощи химических символов элементов и числовых индексов (рис. 1.2).

Например, в молекуле воды (H_2O) химическая формула показывает, что на два атома водорода приходится один атом кислорода, или что один моль воды образован из двух молей атомов водорода и одного моля атомов кислорода.

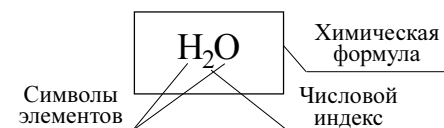


Рис. 1.2. Написание формулы химических соединений на примере воды

В основном используются два вида химических формул: а) **эмпирическая**, или **суммарная** (брутто), формула (рис. 1.3,а), б) **структурная** (структурно-графическая) формула (см. рис. 1.3,б). Чтение эмпирических химических формул осуществляется по специальным правилам.

а) CO_2 , H_2SO_4 , H_3PO_4

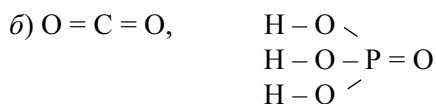


Рис. 1.3. Химические формулы:
а — эмпирические; б — структурные

Чистые вещества. Вещества, обладающие постоянными составом и физическими свойствами, не разделяющиеся физическими методами на разные вещества. На практике к чистым веществам относят вещества с содержанием основного компонента более 99 %. Для указания степени чистоты веществ существуют специальные обозначения (квалификации).

1.1.1. Химический процесс

Различают физические и химические процессы, определяемые свойствами вещества (рис. 1.4).

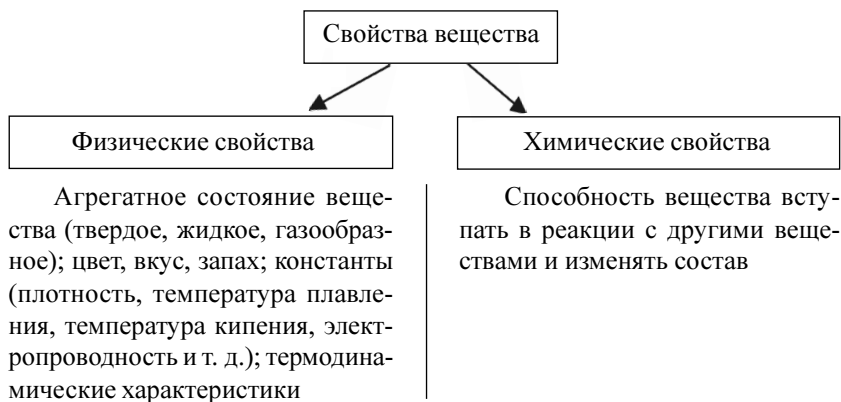


Рис. 1.4. Физические и химические свойства вещества

С веществами могут происходить разные изменения или процессы (рис. 1.5).

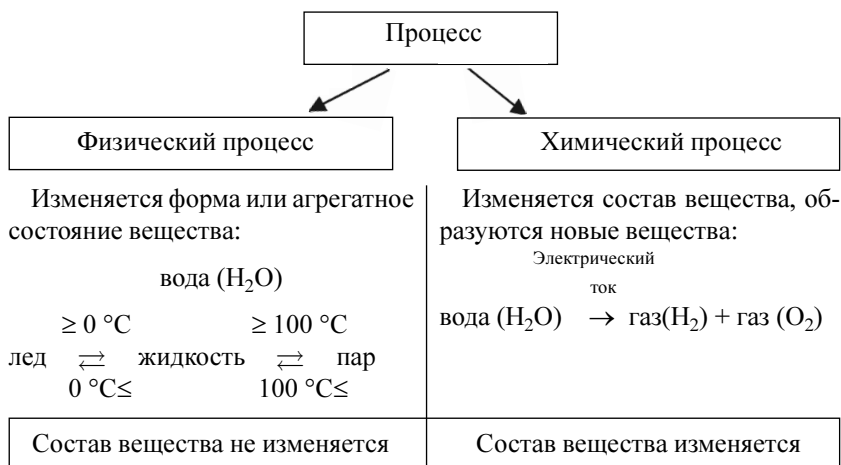


Рис. 1.5. Сопоставление физического и химического процессов

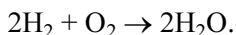
Физико-химический процесс. Процесс, при котором происходит как *физический*, так и *химический процесс*. Например, процесс растворения.

Химические реакции. Процесс превращения одних веществ в другие, отличающиеся от исходных составом и свойствами. Сущность химической реакции состоит в перестройке электронных оболочек атомов, строение ядер атомов при этом не изменяется. При химической реакции происходит перегруппировка атомов, сопровождающаяся разрывом старых и образованием новых *химических связей*, вследствие чего получают новые соединения (продукты). Исходные вещества, которые реагируют между собой, называются **реагентами**, конечные вещества, образующиеся в результате химической реакции, — **продуктами** реакции. Химические реакции могут сопровождаться тепловыми эффектами, в результате реакций могут выделяться газы, образовываться осадки, может изменяться цвет. Химическую реакцию записывают в виде *уравнения* химической реакции.

Химический процесс, химическое взаимодействие, химическое превращение. То же, что химическая реакция.

Химическая энергия. Энергия, заключенная (аккумулированная) в *химических связях* вещества; энергия превращений *электронных оболочек* атомов. Проявляется при *химических реакциях*.

Уравнение химической реакции. Способ написания химического процесса превращения веществ, отражающий качественные и количественные изменения. Заключается в записи *химической реакции* посредством *химических формул* исходных и полученных веществ и математических знаков (цифр, знака равенства). Процесс составления уравнений химической реакции заключается в нахождении и записи цифровых значений коэффициентов перед формулами веществ, участвующих в реакции, с тем, чтобы в соответствии с *законом сохранения массы* число атомов каждого элемента в левой и правой частях химического уравнения было одинаковым. Например, уравнение химической реакции образования воды имеет вид:



Закон сохранения массы. Масса веществ, вступающих в *химическую реакцию*, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

Физическая система. Совокупность тел, между которыми не происходит химических взаимодействий; система, характеризующаяся отсутствием *химических реакций*.

Химическая система. Совокупность *химических частиц и веществ*, между которыми происходят или могут происходить *химические реакции* с образованием новых веществ — продуктов реакции. Частный случай *термодинамической системы*. Различают: равновесную и неравновесную химические системы, гомогенную и гетерогенную химические системы, а также изолированную, закрытую (замкнутую) и открытую химические системы.

Изолированная химическая система. *Химическая система*, не имеющая массо- и теплообмена с окружающей средой. В реальных условиях изолированная химическая система не существует.

Закрытая химическая система. *Химическая система*, не имеющая массообмена с окружающей средой, но способная к теплообмену с ней.

Открытая химическая система. *Химическая система*, у которой возможен массо- и теплообмен с окружающей средой.

1.1.2. Атом. Строение атома

Атом. Наименьшая частица *химического элемента*, являющаяся носителем его химических свойств и способная к самостоятельному существованию. Представляет собой устойчивую электронейтральную систему, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. Составная часть *простых и сложных веществ*. Атом характеризуется *атомным номером, атомной массой, массовым числом*. Атомы одного химического элемента имеют одинаковый заряд ядра. *Атомные радиусы* в среднем достигают величины $\sim 1 \cdot 10^{-1}$ нм.

Атомное ядро (ядро). Центральная положительно заряженная составная часть атома, в которой сосредоточена практически вся его масса. Состоит из нуклонов (протонов и нейтронов). Положительный заряд атомного ядра равен числу входящих в него протонов. Величина заряда атомного ядра — основа *периодического закона*, определяет *атомный* (порядковый) *номер* элемента в *периодической системе*. Атомное ядро занимает незначительную часть объема атома, его радиус $\sim 1 \cdot 10^{-6}$ нм.

Атомный номер. Порядковый номер элемента ($N_{\text{пор}}$) в периодической системе. Указывает заряд ядра его атомов (Z), число протонов в ядре (N_p), число электронов в атоме данного элемента (N_e):

$$N_{\text{пор}} = Z = N_p = N_e.$$

Заряд ядра атома (Z). Положительный электрический заряд ядра (центральной части атома), численно равный количеству протонов в атоме и порядковому номеру элемента в периодической системе Д. И. Менделеева: $Z = N_p = N_{\text{пор}}$. Заряд ядра атома определяет принадлежность атома к определенному элементу.

Электрические заряды. Положительные или отрицательные заряды, которыми обладают частицы вещества (электроны, протоны, ядра атомов). Взаимодействие указанных частиц определяется наличием у них электрических зарядов, что обуславливает стабильность атомов элементов и определяет природу *химической связи*.

Элементарные частицы. Групповое название мельчайших объектов материи, составные части атомов вещества. Например, фотон, электрон. Во всех процессах элементарные частицы ведут себя как точечные частицы, размерами которых можно пренебречь. В этом их отличие от *фундаментальных частиц* (нейтрон, протон, табл. 1.1).

Электрон. Устойчивая *элементарная частица*, входящая в состав атома. Характеризуется массой, равной $1/1837$ массы протона, отрицательным зарядом -1 ($1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), спином $1/2$, магнитным моментом. Различают внешние, внутренние, валентные, спаренные, неспаренные электроны.

Элементарный электрический заряд (e). Наименьший *электрический заряд*, которым обладает электрон (e^-) и протон (e^+); $e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Нуклоны. Общее название для протонов и нейтронов, основных частиц, составляющих ядра атомов химических элементов (рис. 1.6).

Таблица 1.1

Примеры элементарных и фундаментальных частиц

Частица	Символ	Заряд		Масса	
		Кл	относительная единица	кг	а. е. м.
Протон	1_1p	$1,6 \cdot 10^{-19}$	+1	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1
Нейтрон	1_0n	0	0	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1
Электрон	\bar{e}	$1,6 \cdot 10^{-19}$	-1	$9,1 \cdot 10^{-31}$	1/1837

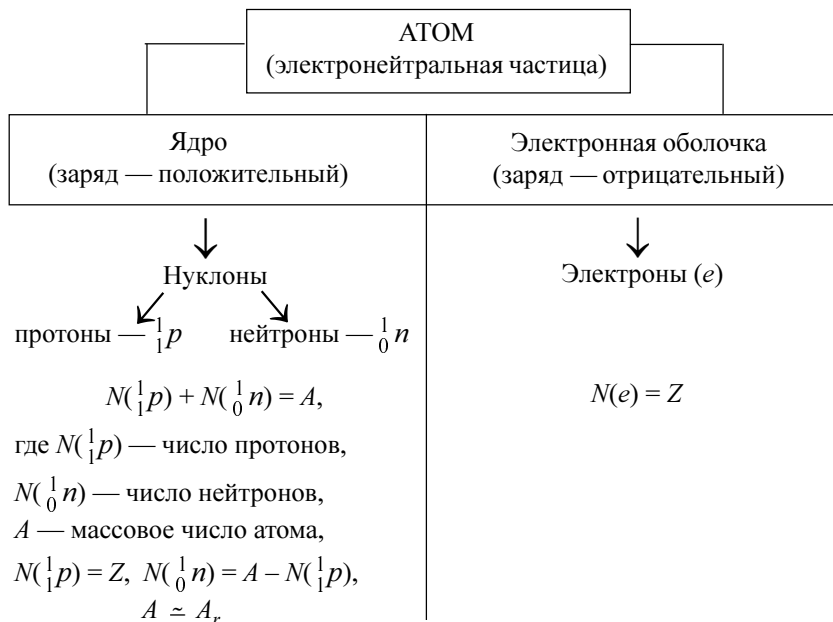


Рис. 1.6. Состав атомов химических элементов

Протон (${}_1^1p$). Стабильная *фундаментальная (элементарная) частица* с единичным положительным электрическим зарядом, массой покоя $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Одна из двух составных частиц ядра атома. (Исключение — ядро изотопа атома водорода (протия), состоящее из одного протона.)

Число протонов в ядре атома определяет *заряд ядра* и *атомный* (порядковый) *номер* элемента в периодической системе. Масса протона примерно в 1837 раз больше массы электрона. Стабильность протона составляет $10^{30} - 10^{32}$ лет.

Нейтрон (${}_0^1n$). *Фундаментальная* электрически нейтральная *частица* со спином $1/2$ и массой покоя $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Часто нейтрон относят к элементарным частицам. Число нейтронов в ядре атома $N({}_0^1n)$ можно найти по разности: $N({}_0^1n) = A - N({}_1^1p) = A - Z$.

Фундаментальные частицы. Групповое название легких и тяжелых частиц; составные части атомов; объекты материи, преобразующиеся в атомы элементов в процессе взаимодействия друг с другом, например, протон, нейтрон, мезон. В отличие от элементарных частиц, фундаментальные частицы имеют конечные размеры ($\sim 10^{-6}$ нм), что указывает на целесообразность их выделения в отдельную группу частиц, размерами которых при различного рода взаимодействиях нельзя пренебречь. В учебной литературе часто фундаментальные частицы включают в элементарные частицы.

1.1.3. Стадии организации вещества

Химические частицы (частицы). Суммарное название атомов, молекул, ионов, радикалов, ион-радикалов. Химические частицы могут иметь заряд, неспаренный электрон (электроны), либо то и другое одновременно. Различают *атомные и молекулярные* химические частицы.

Атомные химические частицы (атомные частицы). Частицы, состоящие из одного атома. Каждая атомная химическая частица представляет собой систему взаимодействующих *элементарных и фундаментальных частиц*, состоящую из ядра и электронов.

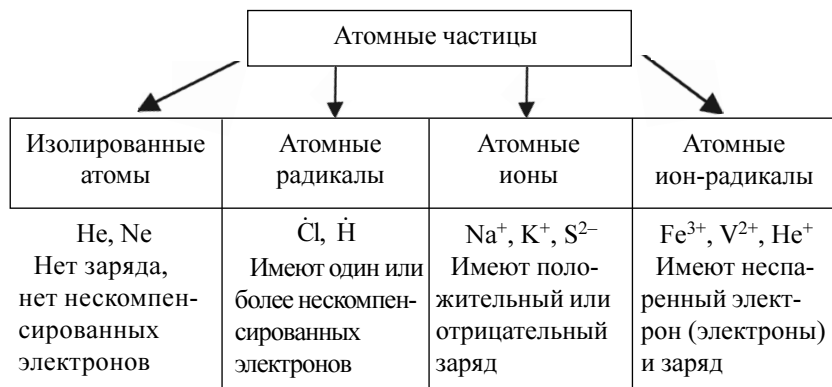


Рис. 1.7. Разновидности атомных частиц

Среди атомных химических частиц различают: *изолированные атомы, атомные ионы, атомные радикалы, атомные ион-радикалы* (рис. 1.7). Атомные химические частицы — исходный уровень химической организации материи.

Молекулярные химические частицы (молекулярные частицы). Частицы, состоящие из двух и более атомов. Каждая молекулярная химическая частица представляет собой наименьшую совокупность химически связанных атомных частиц, способную к самостоятельному существованию и обладающую устойчивой структурой. Среди молекулярных химических частиц различают: молекулы, молекулярные ионы, молекулярные радикалы, молекулярные ион-радикалы (рис. 1.8).

Атомные ассоциаты:

*чисто атомные,
атомно-радикальные,
атомные радикал-радикальные,
атомные ион-радикальные.*

Продукты ассоциации и агрегации:

*молекулярные ассоциаты,
молекулярные агрегаты,
атомно-молекулярные ассоциаты,
атомно-молекулярные агрегаты (атомные, молекулярные и ионные кристаллы).*



Рис. 1.8. Разновидности молекулярных частиц

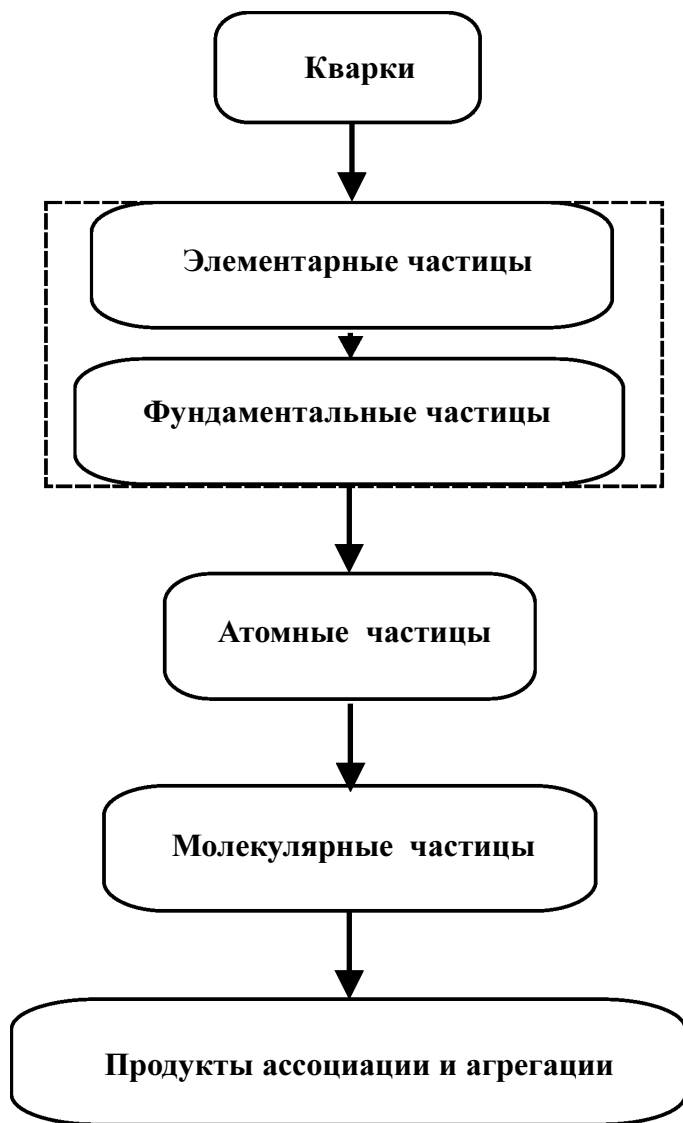


Рис. 1.9. Схема стадий организации вещества



Рис. 1.10. Пути перехода вещества из состояния плазмы в конденсированное состояние

Для представления общей картины организации вещества в химии приведены схема такой организации и пути перехода вещества в конденсированное состояние (рис. 1.9, 1.10).

Конденсированное состояние вещества — суммарное название жидкого и твердого состояния вещества.

1.1.4. Химическая связь

Химическая связь — совокупность сил, обуславливающих существование молекул, других молекулярных частиц, а также более

крупных образований; силы, удерживающие вместе два или несколько атомов, ионов, молекул или любую комбинацию этих частиц или более крупных образований.

Химическая связь имеет электрическую природу, так как в ее основе лежит взаимодействие положительных зарядов ядер и отрицательных зарядов электронов.

Причина образования химической связи. Понижение энергии системы провзаимодействовавших атомов (молекул) по сравнению с суммарной энергией исходных атомов (молекул), составляющих данную систему. Связана с изменением состояния внешних электронов при образовании химической связи между атомами (молекулами).

Основные типы химической связи:

- 1) ковалентная (полярная и неполярная),
- 2) ионная,
- 3) металлическая.

Ковалентная химическая связь (КХС) — тип химической связи, характеризующейся образованием общих для взаимодействующих атомов электронных пар. Возникает за счет электрического взаимодействия электрических полей, создаваемых электронами или ядрами атомов.

Различают **неполярную** и **полярную** КХС. Обычно КХС образуется между атомами неметаллов. КХС описывается с помощью **метода валентных связей** и **метода молекулярных орбиталей**. Максимальное число КХС, которое может образовать атом, равно числу орбиталей, используемых атомом для образования связей.

Например, у атома азота на внешнем энергетическом уровне имеется четыре орбитали (одна s - и три p -), поэтому атом азота способен максимально образовать четыре КХС.

Основные параметры КХС:

насыщаемость — определяется способностью атома образовывать определенное число ковалентных химических связей. Например, атом водорода может участвовать в образовании только

одной химической связи: H-H , H-Cl и т. д., а такие соединения, как, например, H_3 существовать не могут;

направленность — химическая связь между двумя взаимодействующими атомами располагается таким образом, чтобы обеспечить максимальное перекрывание электронных облаков;

энергия химической связи — минимальная энергия, которой должны обладать частицы для осуществления химического взаимодействия;

длина химической связи — расстояние между центрами ядер атомов, образующих химическую связь, когда энергия системы минимальна;

кратность химической связи — число единичных связей;

состав химической связи (σ , π);

полярность химической связи (неполярная и полярная);

гибридизация (sp , sp^2 , sp^3 и т. д.).

Для описания ковалентной связи используются два метода:

метод валентных связей (МВС),

метод молекулярных орбиталей (ММО) (МО=ЛКАО).

МЕТОД ВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

Основные положения МВС:

КХС образуется двумя валентными электронами разных атомов с антипараллельными спинами;

эта электронная пара равноправно принадлежит двум атомам;

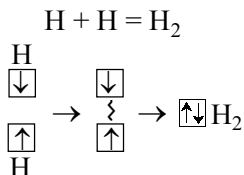
этот тип связи тем прочнее, чем больше область перекрывания электронных облаков;

в пространстве эта связь располагается по направлению максимального перекрывания электронных облаков.

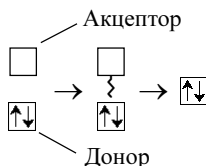
МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КХС

В МВС рассматриваются два механизма образования КХС:

обменный механизм — способ образования КХС, при котором общая электронная пара образуется из внешних электронов разных атомов:



донорно-акцепторный механизм — механизм образования КХС, которая возникает за счет двухэлектронной пары, принадлежащей одному из атомов (донору), и свободной орбитали другого атома (акцептора):



Валентные возможности атома определяются:

- а) числом неспаренных электронов;
- б) образованием гибридных атомных орбиталей;
- в) наличием у атома пустых атомных орбиталей (АО) или неподеленных электронных пар.

МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

ММО — квантово-химический метод описания химической связи, согласно которому молекула рассматривается как “многоядерный” атом с электронами, находящимися на молекулярных орбиталях (МО).

МО является аналогом АО: подобно тому, как электроны в атомах располагаются на АО, общие электроны в молекуле располагаются на МО.

Для образования МО приблизительно одинаковой энергией и симметрией относительно направления взаимодействия должны обладать АО.

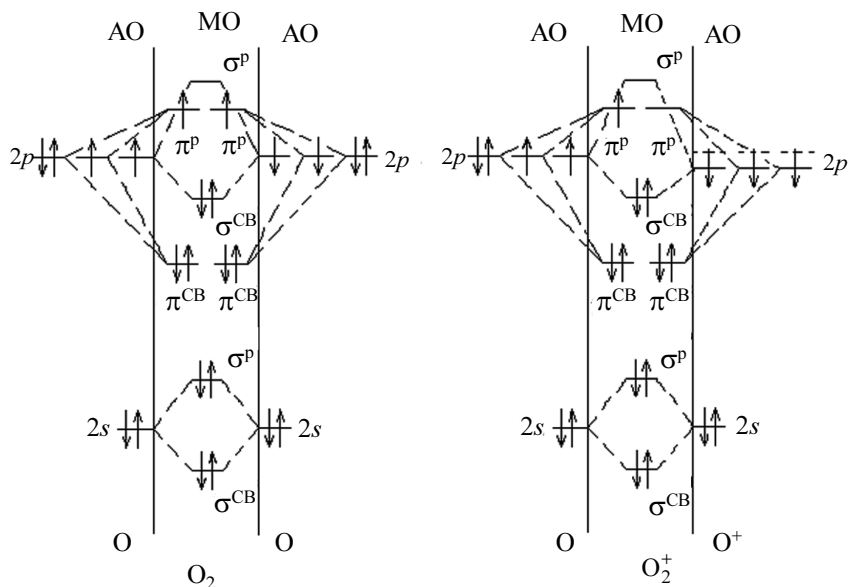


Рис. 1.11. Рассмотрение молекулярных частиц методом МО

Число МО равно сумме АО, вступающих во взаимодействие.

Различают связывающие и разрыхляющие МО.

Максимальное число электронов на МО равно двум.

Заполнение МО электронами определяется возрастанием энергии, правилом Хунда, принципом Паули.

ММО позволяет получить более реальные представления о химической связи и свойствах различных частиц (молекул, ионов) по сравнению с МВС (рис. 1.11).

Ионная химическая связь — предельный случай ковалентной полярной химической связи.

Образуется при взаимодействии двух атомов, обладающих различными электроотрицательностями, когда общая пара практически смещена к более электроотрицательному атому (Приложение 2).

Молекулы с ионной связью встречаются в природе крайне редко.

В противоположность ковалентной связи ионная связь не обладает направленностью и насыщенностью, так как электрическое поле, создаваемое ионами, имеет сферическую симметрию и сила притяжения к иону одного заряда ионов с противоположным зарядом не зависит от направления.

Металлическая связь — химическая связь, обусловленная взаимодействием делокализованных электронов с положительными ионами, составляющими остов металлов; взаимодействие, удерживающее ионы (атомы) металлов в кристаллической решетке.

Основное отличие металлической связи от ковалентной — в ковалентной связи все электроны локализованы, а в металле они распределены по всему пространству металла, т. е. делокализованы.

Металлическая связь не обладает направленностью.

Силы Ван-дер-Ваальса — силы, обеспечивающие межмолекулярное или межатомное взаимодействие атомов или молекулярных частиц без дополнительного обобществления электронной плотности взаимодействующих молекул или атомов (рис. 1.12).

Водородная связь — слабая связь, образованная между положительно поляризованным атомом водорода, химически связанным в одной молекуле, и отрицательно поляризованным атомом кислорода, принадлежащим другой молекуле (разновидность сил Ван-дер-Ваальса).

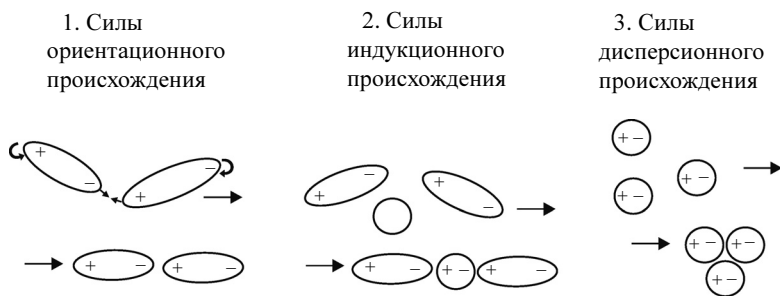
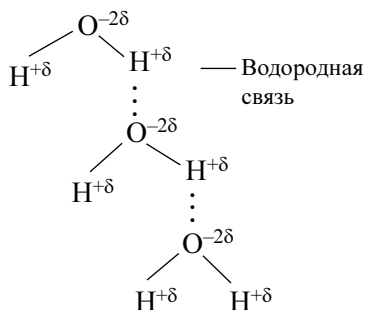
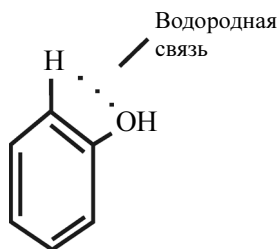


Рис. 1.12. Три разновидности сил Ван-дер-Ваальса

Межмолекулярная водородная связь:

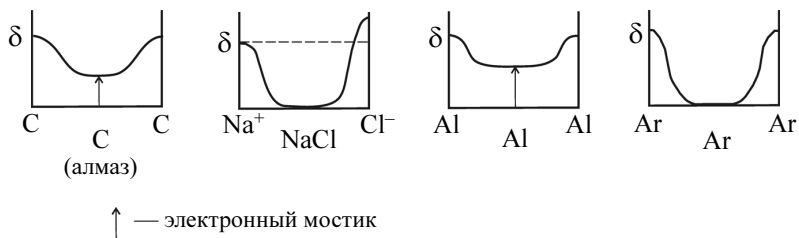


Существует и внутримолекулярная водородная связь:



ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ЭЛЕКТРОННАЯ ПЛОТНОСТЬ

Типы химической связи с учетом распределения электронной плотности δ между двумя атомными частицами:



1.2. Неорганические и органические материалы и их свойства

Все известные химические соединения и материалы подразделяются по составу на неорганические и органические. За время существования человека, особенно за последнее столетие, на Земле появилось много новых веществ, которых не было раньше в природе. Из более 8 млн. известных к настоящему времени *химических соединений* около 3,5 млн. относятся к новым веществам. Ежегодно к ним добавляется еще около тысячи соединений. Рассмотрение этих двух групп соединений начнем с их номенклатуры.

1.2.1. Химическая номенклатура неорганических соединений

В настоящее время для составления названий неорганических соединений применяют **тривиальную** и **рациональную** номенклатуры, причем в последней выделяют три разновидности: *русская*, *международная* (полусистематическая) и *систематическая* номенклатуры (рис. 1.13)

Тривиальная номенклатура. Исторически сложившаяся система названий неорганических веществ, специальных, часто технических названий, которые, как правило, не отражают или отражают в незначительной степени состав химических соединений. Тривиальная номенклатура, хотя и считается устаревшей, широко применяется во многих областях техники, химического производства, в учебной и научной литературе по химии. Эти названия требуют запоминания. Например: Na_2CO_3 — сода, K_2CO_3 — поташ, HCl — соляная кислота, KOH — едкое кали, NaCl — поваренная соль, CaO — негашеная известь, NH_4OH — нашатырный спирт и др.

Русская номенклатура. В основе русской номенклатуры используются русские названия химических элементов. При этом часто применяются корни слов или усеченные корни слов. Например: NaCl — хлористый натрий, NO_2 — двуокись азота, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — азотнокислый кальций. В настоящее время широко используются названия кислот по русской номенклатуре. Эта номенклатура для других соединений считается устаревшей и не рекомендуется к употреблению.

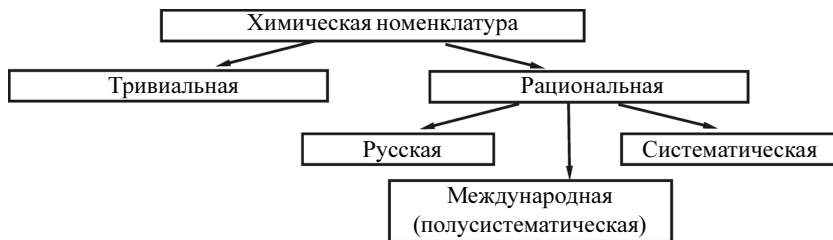


Рис. 1.13. Разновидности химической номенклатуры

Международная номенклатура (полусистематическая). Система составления названий химических соединений, в основе которой используются слова иноязычного происхождения, чаще всего корни слов латинских названий химических элементов. При записи названий оксидов, оснований и солей после слов *оксид*, *гидроксид* или *названия кислотного остатка* обычно указывают римскими цифрами *значение степени окисления* атома химического элемента, если она *переменная*.

Например: NO_2 — оксид азота (IV), N_2O_5 — оксид азота (V), но Na_2O — оксид натрия. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — гидроксид железа (III), $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — гидроксид меди (II), но KOH — гидроксид калия. NiSO_4 — сульфат никеля (II), $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ — нитрат марганца (II), но CaCl_2 — хлорид кальция.

Несмотря на то, что Международным союзом теоретической и прикладной химии ИЮПАК в настоящее время рекомендовано предпочтительное использование *систематической номенклатуры*, международная номенклатура широко применяется в учебной, научной и технической литературе.

Названия солей наиболее употребляемых кислот по международной номенклатуре представлены в разд. 1.2.2.

Систематическая номенклатура. Универсальная система правил составления названий неорганических соединений, рекомендованных ИЮПАК для использования в учебной, научной и технической литературе.

По систематической номенклатуре при записи формулы вещества вначале записывают электроположительную составляющую (условные или реальные катионы). При этом, согласно правилам ИЮПАК, называть составляющие следует слева направо в соответствии с порядком записи. Электроположительную составляющую пишут в именительном падеже. При необходимости склоняют обе части названия.

1.2.2. Важнейшие классы неорганических соединений

Сложные неорганические вещества по составу и химическим свойствам можно разделить на четыре класса: **оксиды, основания, кислоты, соли**:

оксиды — Na_2O , Al_2O_3 , CaO , CO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7 ;

основания — NaOH , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, KOH ;

кислоты — HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2S ;

соли — NaCl , CaCO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, KHCO_3 , CuOHCl .

Основания и кислородсодержащие кислоты можно рассматривать как гидраты оксидов и объединять в один класс гидроксидов, имеющих основной или кислотный характер.

Рассмотрим состав и свойства оксидов, оснований, кислот и солей.

ОКСИДЫ

Оксиды — сложные вещества, которые состоят из атомов кислорода в степени окисления -2 и атомов другого элемента — металла или неметалла.

Общая формула оксидов $\boxed{\text{Э}_2^{+n}\text{O}_n^{-2}}$, где Э — элемент, который образует оксид, $+n$ — степень окисления элемента, О — кислород, -2 — степень окисления кислорода.

Классификация оксидов

По составу оксиды делят на две группы: оксиды металлов и оксиды неметаллов.

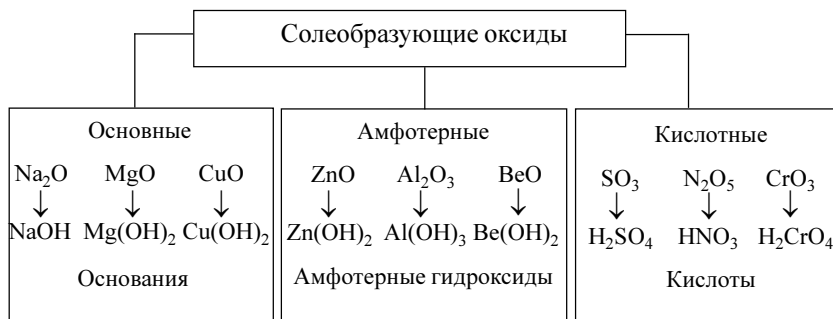


Рис. 1.14. Разновидности солеобразующих оксидов

По химическим свойствам оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие.

Солеобразующие оксиды — это такие оксиды, которые при реакциях с кислотами и основаниями образуют соли. Например: K_2O , CuO , SO_3 , N_2O_5 .

Несолеобразующие оксиды — это оксиды, которые не образуют солей. Например: CO , N_2O , NO .

Солеобразующие оксиды делятся на основные, кислотные и амфотерные (рис. 1.14).

ОСНОВАНИЯ

Основания — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла и гидроксогрупп $-\text{OH}$. При диссоциации в воде из отрицательно заряженных ионов образуются только гидроксид-ионы OH^- .

Общая формула оснований $\boxed{\text{Me}^{+n}(\text{OH})_n^{-1}}$, где Me — металл.

Исключением является одно основание — NH_4OH — гидроксид аммония, в молекуле которого роль металла играет группа аммония NH_4^+ . (В растворе имеются не гидроксогруппы, а гидроксид-ионы OH^-).

Классификация оснований

Все основания делят на две группы: растворимые и нерастворимые в воде.

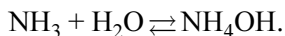
Растворимые в воде основания — это щелочи: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂.

Нерастворимые в воде основания — все остальные. Например, Cu(OH)₂, Fe(OH)₂, Mg(OH)₂ (Приложение 3).

Свойства оснований

Физические свойства.

Основания являются твердыми веществами. Только одно основание — гидроксид аммония NH₄OH — представляет собой раствор газа NH₃ в воде:

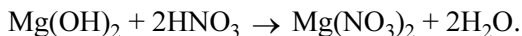


Растворы щелочей — мыльные на ощупь.

Химические свойства.

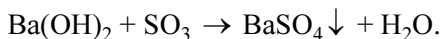
1. Цвет индикаторов в щелочной среде. Индикаторы — это сложные органические вещества, которые имеют разный цвет в зависимости от характера среды. Растворы щелочей окрашивают индикаторы: лакмус — в синий, фенолфталеин — в малиновый, метилоранж — в желтый цвет.

2. Реакция с кислотами. Основания реагируют с кислотами и дают соль и воду:



Реакция основания с кислотой называется *реакцией нейтрализации*.

3. Реакция с кислотными оксидами. Основания реагируют с кислотными оксидами (ангидридами кислот), давая соль и воду:

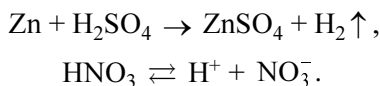


4. Реакция с солями. Щелочи реагируют с *растворимыми солями* и дают новую соль и новое основание. В результате реакции обычно получается осадок (нерастворимое в воде вещество).

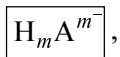
КИСЛОТЫ

Кислоты — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотных остатков; атомы водорода в кислоте можно замещать атомами металла. При диссоциации в воде из положительно заряженных ионов образуются только ионы водорода.

Например,



Общая формула кислот



где A^{m-} — кислотный остаток.

Существующая классификация неорганических кислот приведена на рис. 1.15.

Свойства кислот

Физические свойства.

Кислоты представляют собой жидкости, твердые вещества или растворы газов в воде. Например, HNO_3 , H_2SO_4 — жидкости, H_3PO_4 — твердое вещество, HCl — раствор газа хлороводорода в воде. Кислоты имеют кислый вкус.

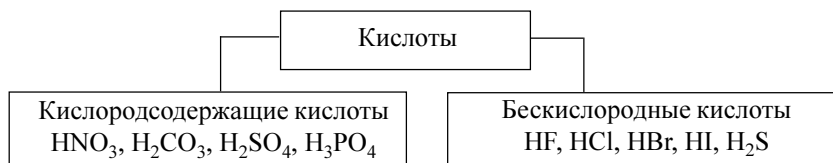



Рис. 1.15. Классификация неорганических кислот

Химические свойства.

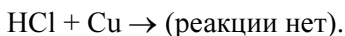
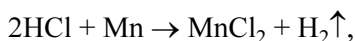
1. Цвет индикатора в кислой среде. Растворы кислот окрашивают лакмус и метилоранж в красный цвет.

2. Реакция с металлами. Кислоты могут реагировать с некоторыми металлами, давая в результате соль и водород.

Металлы по активности можно расположить в ряд, который называется **электрохимическим рядом напряжений металлов, или рядом активности.**

Электрохимический ряд напряжений металлов:																				
Li	Rb	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Ni	Sn	Pb	H	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
																				
Активность металлов уменьшается																				

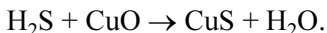
Металлы, которые стоят в ряду напряжений металлов *до водорода*, могут замещать водород в растворах кислот, металлы, которые стоят в этом ряду *после водорода*, не могут замещать водород в растворах кислот:



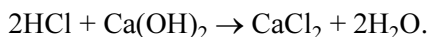
Активные металлы — металлы, стоящие в ряду напряжений до цинка включительно.

При действии азотной кислоты HNO_3 на металлы водород не выделяется.

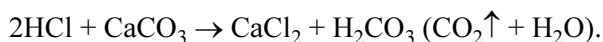
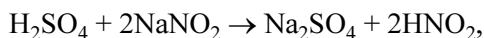
3. Реакция с основными оксидами. Кислоты реагируют с основными оксидами и дают соль и воду:



4. Реакция с основаниями. Кислоты реагируют с основаниями, дают соль и воду. Реакция кислот с основаниями — **реакция нейтрализации**:



5. Реакция с солями. Кислоты реагируют с солями и дают новую кислоту (или ее ангидрид) и новую соль:



В реакции кислоты с солью *сильная кислота вытесняет более слабую кислоту*. К сильным кислотам относятся HClO_4 , H_2SO_4 , HCl , HNO_3 .

Сильные и слабые кислоты — это сильные и слабые электролиты, сила которых может быть определена по величине степени диссоциации.

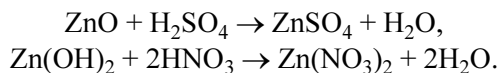
АМФОТЕРНЫЕ ОКСИДЫ И АМФОТЕРНЫЕ ГИДРОКСИДЫ

Амфотерные оксиды — оксиды, обладающие свойствами и основных, и кислотных оксидов.

Амфотерные гидроксиды имеют двойственный характер, т. е. проявляют свойства и оснований, и кислот.

Амфотерным оксидам соответствуют амфотерные гидроксиды. Амфотерные оксиды не реагируют с водой, амфотерные гидроксиды нерастворимы в воде, получаются по непрямому взаимодействию этих оксидов с водой (через образование солей).

Амфотерные оксиды реагируют с кислотами (как основные оксиды) и со щелочами (как кислотные оксиды). Амфотерные гидроксиды (табл. 1.2) также реагируют с кислотами (как основания) и со щелочами (как кислоты):



Оксид цинка здесь реагирует как основной оксид, а гидроксид цинка реагирует как основание.

Таблица 1.2

Амфотерные оксиды и амфотерные гидроксиды

Амфотерный оксид	Амфотерный гидроксид	
	Форма основания	Форма кислоты
BeO	Be(OH) ₂	H ₂ BeO ₂
SnO	Sn(OH) ₂	H ₂ SnO ₂
ZnO	Zn(OH) ₂	H ₂ ZnO ₂
PbO	Pb(OH) ₂	H ₂ PbO ₂
Al ₂ O ₃	Al(OH) ₃	HAIO ₂ (H ₃ AlO ₃)
Cr ₂ O ₃	Cr(OH) ₃	HCrO ₂ (H ₃ CrO ₃)
SnO ₂	Sn(OH) ₄	H ₂ SnO ₃
PbO ₂	Pb(OH) ₄	H ₂ PbO ₃

Соли, которые образуются в результате взаимодействия амфотерных оксидов и амфотерных гидроксидов со щелочами, обычно хорошо растворимы в воде.

СОЛИ**Классификация солей**

По составу соли делятся на средние (нормальные), кислые (гидросоли) и основные (гидроксосоли). Например,

средние соли — NaCl, CaCO₃, Fe₂(SO₄)₃, Ba₃(PO₄)₂;

кислые соли — NaHCO₃, Ca(H₂PO₄)₂, Fe(HSO₄)₃;

основные соли — MgOHNO₃, (CuOH)₂CO₃, (BaOH)₃PO₄, Fe(OH)₂Cl.

Существуют также *двойные, смешанные и комплексные соли*.

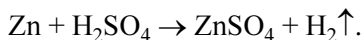
Двойные соли — соли, содержащие атомы двух металлов и общий кислотный остаток: KAl(SO₄)₂ · 12H₂O.

Смешанные соли — соли, в молекуле которых атомы одного металла, но разные кислотные остатки. Например, CaOCl_2 — соль, известная под названием *белильная известь*, является смешанной солью двух кислот HCl и HClO (CaClOCl).

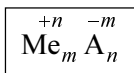
Средние (нормальные) соли

Средние соли — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла и кислотных остатков.

Средние соли можно рассматривать как продукты полного замещения атомов водорода в кислоте атомами металла, например:



Общая формула солей

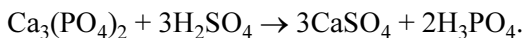


Физические свойства.

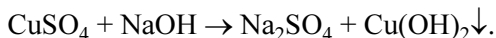
Соли — твердые вещества, которые имеют разную окраску и различную растворимость в воде.

Химические свойства.

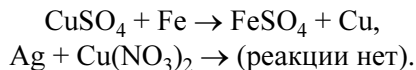
1. Реакция с кислотами. Соли могут реагировать с кислотами и давать новую соль и новую кислоту:



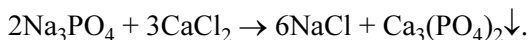
2. Реакция со щелочами. Растворимые соли реагируют со щелочами и дают новую соль и новое основание:



3. Реакция с металлами. Соли реагируют с металлами и дают новую соль и свободный металл. Для реакции нужно взять раствор соли и металл более активный, чем металл, который образует соль (см. электрохимический ряд напряжений металлов на с. 31, а также разд. 1.2.10):



4. Реакция с солями. Две растворимые соли могут реагировать друг с другом, давая две новые соли. В результате этой реакции должен получиться осадок нерастворимой в воде соли:



Кислые соли (гидросоли)

Кислые соли — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла и кислотных остатков, содержащих атомы водорода.

Кислые соли можно рассматривать как результат неполного замещения атомов водорода в кислоте атомами металла, например: NaHCO_3 , $\text{Fe(HSO}_4)_3$, $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$, K_2HPO_4 . Очевидно, что кислые соли можно получить только из многоосновных кислот. Одноосновные кислоты не могут образовывать кислых солей.

Основные соли (гидроксосоли)

Основные соли — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металла, гидроксогрупп и кислотных остатков. Атомы металла и гидроксогруппы образуют основные остатки.

Основные соли — сложные вещества, молекулы которых состоят из основных и кислотных остатков.

Примеры основных остатков: CuOH^+ — гидроксомедь (II), FeOH^{2+} — гидроксожелезо (III), Fe(OH)_2^+ — дигидроксожелезо, AlOH^{2+} — гидроксоалюминий.

Основные соли можно рассматривать как результат неполного замещения гидроксогрупп основания кислотными остатками. Очевидно, что металлы со степенью окисления +1 не могут образовывать основные соли.

Взаимосвязь средних, кислых и основных солей

Из средних солей можно получить кислые и основные соли, но возможен и обратный процесс: получение средних солей из кислых и основных. Как осуществить эти превращения, показывает схема на рис. 1.16.

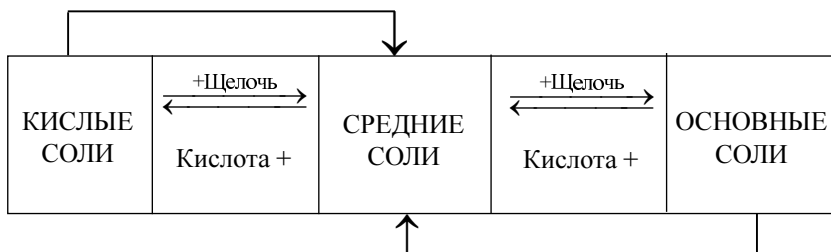


Рис. 1.16. Схема превращения средних солей

На примере реакций получения разных классов соединений из простых веществ, а также из соединений, принадлежащих к одному классу неорганических соединений, можно получить соединения, относящиеся к другому классу. Таким образом, между классами неорганических веществ существует генетическая связь, главные линии которой показаны на схеме рис. 1.17.

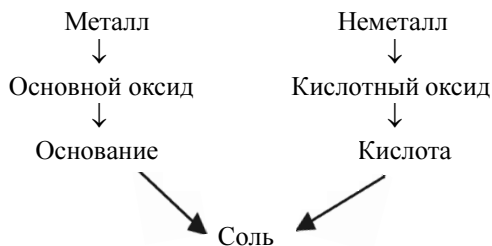


Рис. 1.17. Взаимосвязь между классами неорганических веществ

1.2.3. Классификация органических соединений

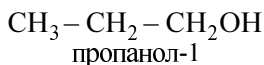
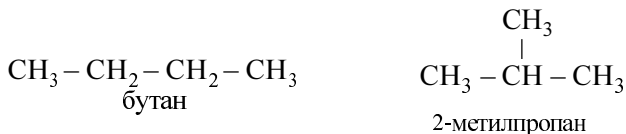
Классификация органических соединений по строению углеродной цепи

Изучение строения и свойств очень большого числа органических веществ возможно благодаря системе их классификации.

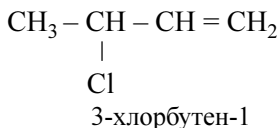
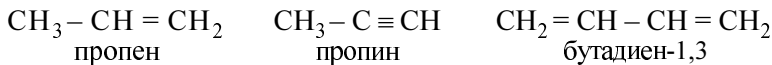
Все органические соединения в зависимости от строения углеродной цепи (углеродного скелета) можно разделить на ациклические и циклические.

Ациклические (алифатические) соединения — соединения с открытой углеродной цепью. Они могут быть насыщенными (предельными) и ненасыщенными (непредельными).

Насыщенные органические соединения содержат только простые σ -связи:

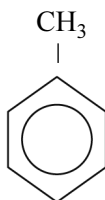
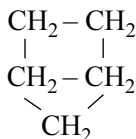


Ненасыщенные органические соединения содержат в углеродном скелете двойные или тройные связи:

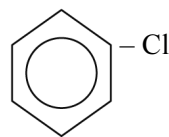


Циклические соединения — соединения с замкнутой цепью. Их можно разделить на карбоциклические и гетероциклические.

Карбоциклические соединения содержат в цикле только атомы углерода. Например:

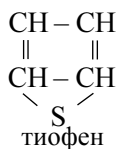


толуол

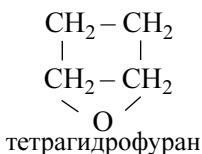


хлорбензол

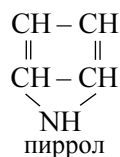
Гетероциклические соединения содержат в цикле, кроме атомов углерода, и атомы других элементов (гетероатомы)*: серу, азот и др.:



тиофен



тетрагидрофуран

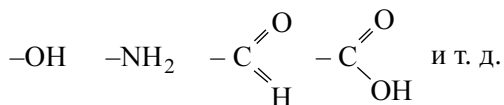


пиррол

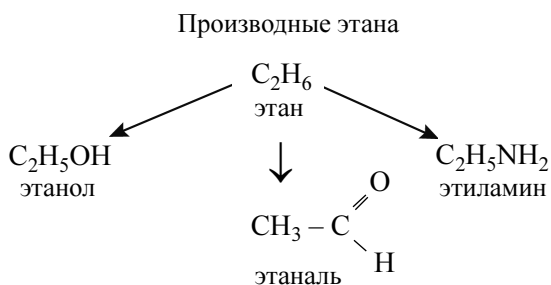
Классификация органических соединений по типу функциональной группы

Все органические соединения можно рассматривать как углеводороды и их производные, которые получают замещением атомов водорода в углеводороде на различные группы атомов:

*Heteros (греч.) — другой, иной.



Такие атомы или группы атомов называются **функциональными группами**. Они определяют основные химические свойства веществ:




В зависимости от природы функциональных групп производные углеводородов делятся на классы. Названия и общие формулы основных классов приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Классификация органических соединений по функциональным группам

Функциональная группа		Класс соединений		Пример
Формула	Название	Общая формула	Название	
		R – H	Углеводороды	CH ₃ – CH ₃ этан
– Hal (–F, – Cl, – Br, – I)	Галогены	R – Hal	Галогенопроизводные	CH ₃ – CH ₂ – Cl хлорэтан

Функциональная группа		Класс соединений		Пример
Формула	Название	Общая формула	Название	
$-\text{OH}$	Гидроксильная группа (гидроксил)	$\text{R}-\text{OH}$	Спирты Фенолы	 $-\text{OH}$ фенол
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	Альдегидная группа	$\text{R}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	Альдегиды	$\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$ этаналь
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Карбонильная группа (карбонил)	$\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{R}_2 \end{array}$	Кетоны	$\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3$ \parallel O пропанон
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$	Карбоксильная группа (карбоксил)	$\text{R}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Карбоновые кислоты	$\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$ этановая кислота
$-\text{OR}$	Алкоксильная группа	R_1-OR_2	Простые эфиры	$\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ метоксиэтан
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{OR} \end{array}$	Алкосикарбонильная группа	$\text{R}_1-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{OR}_2 \end{array}$	Сложные эфиры	$\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{OCH}_3 \end{array}$ метилэтанат

Функциональная группа		Класс соединений		Пример
Формула	Название	Общая формула	Название	
--NH_2 >NH >N--	Амино- группа	R--NH_2 $\begin{array}{c} \text{R}_1 \diagdown \\ \text{NH} \\ \text{R}_2 \diagup \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{R}_1 \diagdown \\ \text{R}_2 \text{--} \text{NH} \\ \text{R}_3 \diagup \end{array}$	Амины	$\text{C}_2\text{H}_5\text{--NH}_2$ этиламин

Соединения с одной функциональной группой называются *монофункциональными*, с несколькими одинаковыми функциональными группами — *полифункциональными*, а с несколькими разными функциональными группами — *гетерофункциональными*.

Гомологические ряды

Соединения каждого класса углеводов и их производных образуют гомологические ряды.

Гомологический ряд — группа веществ одного класса, сходных по строению и химическим свойствам, состав которых отличается на группу $\text{--CH}_2\text{--}$. Группа $\text{--CH}_2\text{--}$ (метиленовая группа) называется гомологической разностью. Например, органические соединения: метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} и т. д. образуют гомологический ряд алканов, и общая формула соединений этого ряда $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ (ОН — функциональная группа).

Вещества, которые образуют гомологический ряд, называются *гомологами*. Химические свойства гомологов похожи. Физические свойства гомологов изменяются монотонно в зависимости от их молекулярной массы.

1.2.4. Номенклатура органических соединений

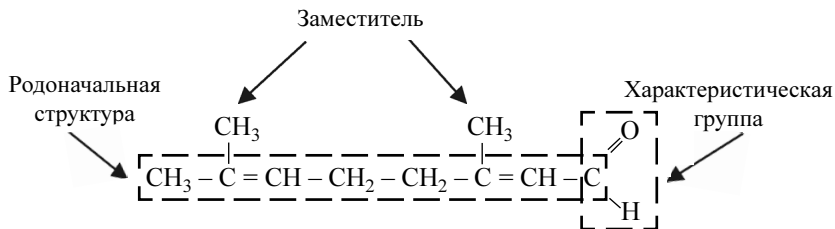
Номенклатура — это система правил, с помощью которых можно дать однозначное название каждому соединению. В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура ИУРАС (ИЮПАК). Для пользования систематической номенклатурой нужно знать значение некоторых терминов — *органический радикал*, *родона начальная структура*, *характеристическая группа*, *заместитель*.

Органический радикал — остаток молекулы без одного или нескольких атомов водорода. Этот остаток имеет одну или несколько свободных валентностей. Например, из метана CH_4 можно получить одновалентный радикал метил CH_3- и двухвалентный радикал метилен $-\text{CH}_2-$. Суффикс *-ил-* указывает на одновалентный радикал, *-илен-* — на двухвалентный. Углеводородные радикалы алифатического ряда имеют общее название — *алкилы* (R), ароматического ряда — *арилы* (Ar).

Родона начальная структура. В качестве родона начальной структуры рассматривается главная углеродная цепь в ациклическом соединении и цикл в карбоциклическом и гетероциклическом соединениях.

Характеристическая группа — функциональная группа, которая связана с родона начальной структурой или входит в нее.

Заместитель — атом или группа атомов, которые замещают в исходном соединении атом водорода. Заместителем может быть любая характеристическая группа или углеводородный радикал, присоединенные к родона начальной структуре. Например:



По правилам IUPAC название соединений дается по заместительной или радикально-функциональной номенклатуре. Для многих соединений сохраняются тривиальные (*исторические*) названия.

1.2.5. Заместительная номенклатура

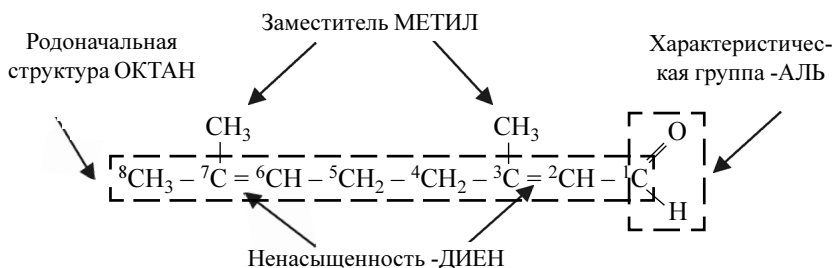
Название по заместительной номенклатуре представляет собой сложное слово, состоящее из корня (название родоначальной структуры), суффиксов, показывающих степень ненасыщенности — наличие двойных и тройных связей, префиксов и суффиксов, обозначающих число, характер и местонахождение заместителей. Атомы родоначальной структуры нумеруют так, чтобы характеристическая группа получила наименьший номер. Если это правило не позволяет однозначно выбрать направление нумерации, то цепь (или цикл) нумеруют так, чтобы заместители получили наименьшие номера. В гетероцикле начало нумерации определяет гетероатом. Затем дают название родоначальной структуре, обозначая старшую характеристическую группу суффиксом. Степень насыщенности родоначальной структуры отражают в названии суффиксами: *-ан* — при насыщенном углеродном скелете, *-ен* — при наличии двойной и *-ин* — тройной связей. Затем дают название заместителям, обозначаемым префиксами в едином алфавитном порядке.

Общее название соединения по заместительной номенклатуре составляют по схеме, представленной на рис. 1.18.

Префиксы	Название родоначальной структуры		Суффикс
	Корень	Суффикс	
↓	↓	↓	↓
Все заместители в едином алфавитном порядке (кроме старшей характеристической группы)	Главная цепь (основная циклическая или гетероциклическая)	Степень насыщенности: -ан, -ен, -ин	Только старшая характеристическая группа

Рис. 1.18. Схема составления названий органических соединений по заместительной номенклатуре

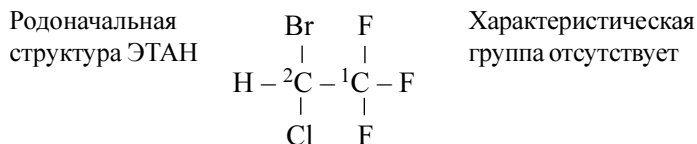
Положение каждого заместителя и каждой кратной связи указывают цифрами, соответствующими номеру атома углерода, с которым связан заместитель (для кратной связи указывают наименьший номер). Цифры ставят перед префиксами и после суффиксов (цифра, указывающая положение старшей характеристической группы или кратной связи, может стать и перед названием родоначальной структуры). Например, соединение (на с. 42) имеет название 3,7-диметилоктадиен-2,6-аль:



Это соединение содержится в препаратах, используемых для лечения заболеваний глаз. Тривиальное название вещества — цитраль.

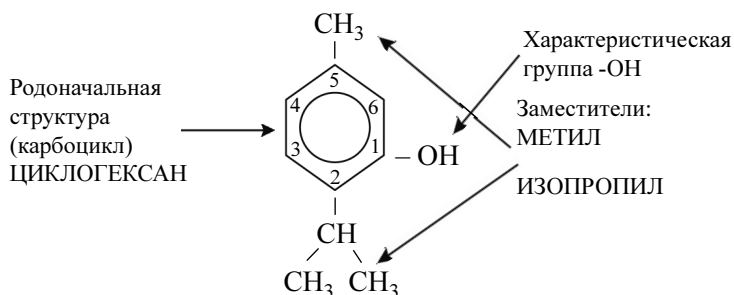
Далее приводятся примеры названия ряда соединений по заместительной номенклатуре IUPAC. В скобках даны тривиальные названия.

2-Бром-1,1,1-трифтор-2-хлорэтан (фторан):



Заместители: БРОМ, ФТОР, ХЛОР. Соединение используется для наркоза.

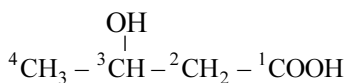
2-Изопропил-5-метилциклогексанол-1 (ментол):



Это вещество — компонент препарата валидол.

3-Гидроксипутановая кислота:

Родоначальная структура БУТАН



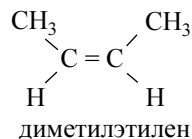
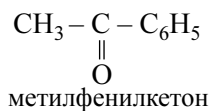
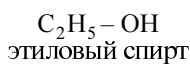
Старшая характеристическая группа -АЯ КИСЛОТА

Вещество участвует в обменных процессах в организме.

1.2.6. Радикально-функциональная номенклатура

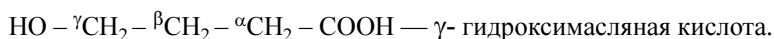
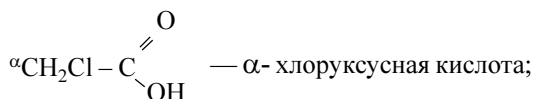
Радикально-функциональная номенклатура используется реже, чем заместительная. Она применяется для некоторых классов органических соединений — спиртов, кетонов, эфиров и т. д. Название соединений составляют из названия углеводородных радикалов, а характеристическую группу показывают в названии соответствующего класса соединений.

Например:



В радикально-функциональной номенклатуре для обозначения положения заместителей вместе с цифрами используются также и греческие буквы α , β , γ и т.д.

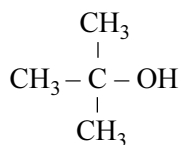
Например:



В симметричных соединениях перед названием соответствующего радикала ставят префикс ди-. Например, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5$ — дифенил.

Лекарственные препараты называются в соответствии с правилами номенклатуры, поэтому знание их необходимо каждому врачу и фармацевту. На практике часто используют полусистематические и тривиальные названия органических соединений, такие как пенициллин, стрептомицин, витамин А. Название витамина А по заместительной номенклатуре IUPAC 9-(2, 6, 6-триметилциклогексен-1-ил)-3,7-диметилнонатеэтраен-2,4,6,8-ол-1 очень длинное, поэтому тривиальное название более удобно.

Мы будем максимально использовать номенклатуру IUPAC, но возможно применение и других названий. Например, сравнительно простое соединение



имеет три названия: *трет**-бутиловый спирт (наиболее широко используется), триметилкарбинол и 2-метилпропанол-2.

*Сокращение *трет*- ставится вместо слова третичный.

1.2.7. Кислородсодержащие органические соединения (моно- и полифункциональные)

Кислородсодержащие органические соединения состоят из атомов углерода, водорода и кислорода. К этим соединениям относятся спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры, углеводы. К гетерофункциональным кислородсодержащим соединениям относятся углеводы, которые будут рассмотрены отдельно.

Спирты. Классификация и номенклатура спиртов

Спирты (алкоголи) — это производные углеводородов, которые содержат одну или несколько гидроксильных групп $-\text{OH}$ у насыщенных атомов углерода.

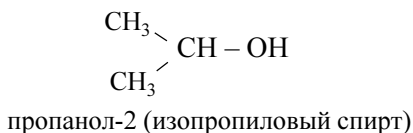
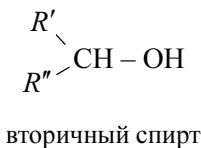
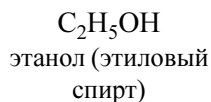
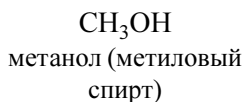
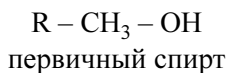
Общая формула спиртов $\text{R}(\text{OH})_n$, где $n \geq 1$.

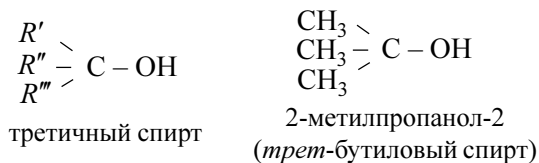
С учетом числа гидроксильных групп спирты делят на одноатомные и многоатомные (двухатомные, трехатомные и т. д.).

В зависимости от строения углеводородного радикала спирты делят на алифатические (предельные, непредельные) и ароматические.

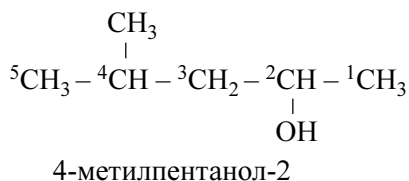
Алканола (предельные атомные спирты) имеют общую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$, где $n = 1, 2, 3 \dots$

Учитывая характер атома углерода, с которым связана гидроксильная группа, алканола делят на первичные, вторичные и третичные спирты:



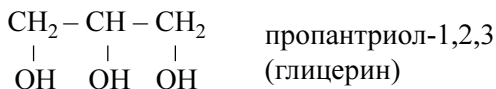
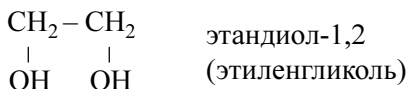


По заместительной номенклатуре IUPAC название алканолов получают от названия алкана, образующего родоначальную структуру, путем добавления суффикса *-ол*. Родоначальная структура должна иметь самую длинную прямую цепь. Цепь нумеруют таким образом, чтобы положение гидроксильной группы определял наименьший номер:



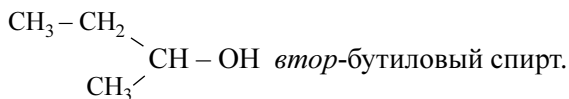
Для многоатомных спиртов перед суффиксом *-ол* показывают число гидроксогрупп (используя греческие названия числительных) и цифрами указывают их положение.

Кроме того, используются тривиальные названия некоторых спиртов:



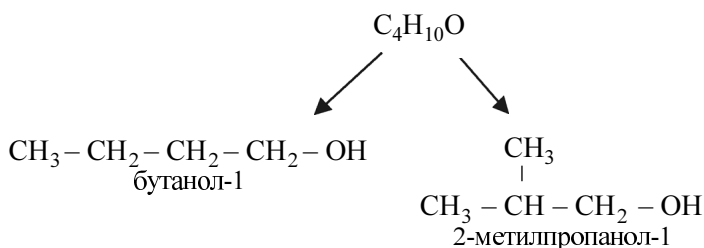
По рационально-функциональной номенклатуре название алканолы получают от названия соответствующего углеводородного радикала с добавлением слова *спирт*:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ н-бутиловый спирт (буква *н* указывает на нормальное, т. е. неразветвленное строение цепи);

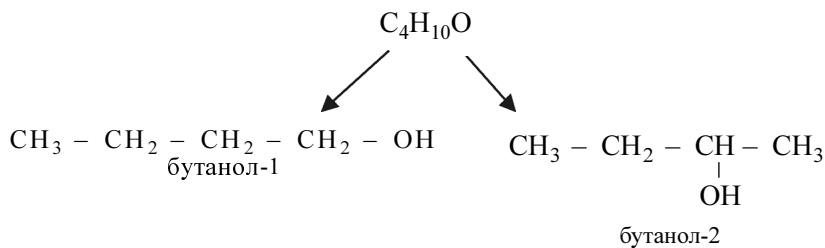


В классе спиртов встречаются следующие типы изомерии:

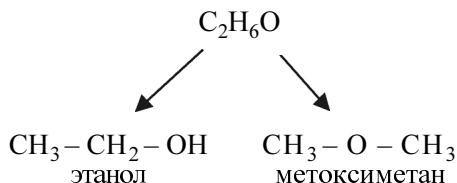
а) изомерия углеродного скелета



б) изомерия положения функциональной группы



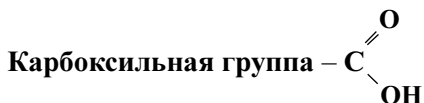
в) изомеры с разными функциональными группами



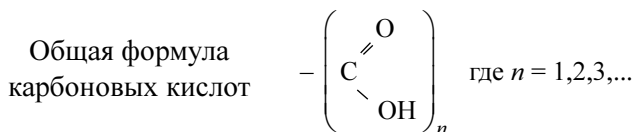
1.2.8. Карбоновые кислоты

Классификация. Номенклатура и изомерия

Карбоновые кислоты — это органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп.



Карбоксильную группу в формулах часто пишут как —COOH.



С учетом числа карбоксильных групп кислоты делят на монокарбоновые, дикарбоновые, трикарбоновые и т. д.

В зависимости от строения углеводородного радикала кислоты делят на алифатические (предельные, непредельные) и ароматические. Ароматические кислоты с неразветвленным строением цепи называют *жирными*.

Предельные монокарбоновые кислоты имеют общую формулу $C_nH_{2n+1}COOH$, где $n = 0, 1, 2, \dots$. В дальнейшем будут рассмотрены строение и свойства этого класса соединений.

По заместительной номенклатуре IUPAC название карбоновых кислот образуют от названия соответствующего углеводорода с добавлением окончания *-ая* и слова *кислота*.

Первым атомом цепи, образующей родоначальную структуру, считают атом углерода карбоксильной группы. Иногда используют как основу тривиальное название вещества, а положение заместителей указывают буквами греческого алфавита.

Например:



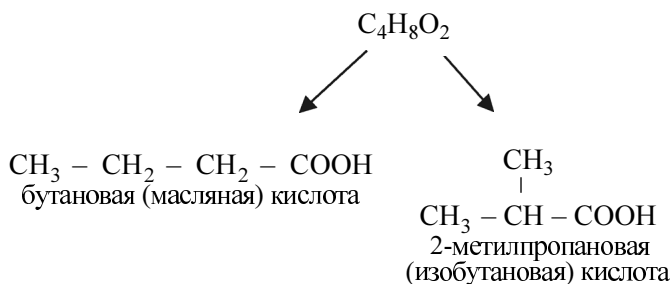
Название некоторых членов гомологического ряда предельных монокарбоновых кислот и их кислотных остатков (карбоксилат-анионов) приведены в табл. 1.4.

Т а б л и ц а 1.4

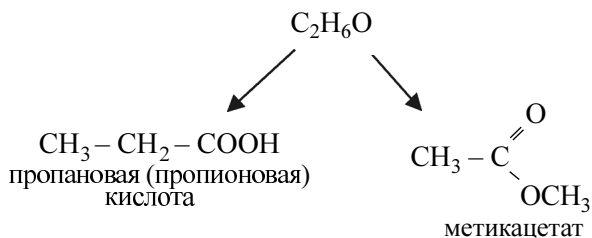
Гомологический ряд монокарбоновых кислот

Формула кислоты	Название кислоты		Название кислотного остатка ($RCOO^-$)
	По номенклатуре IUPAC	Тривиальное	
HCOOH	Метановая	Муравьиная	Метаноат (формат)
CH ₃ COOH	Уксусная	Уксусная	Этаноат (ацетат)
CH ₃ CH ₂ COOH	Пропановая	Пропионовая	Пропионат
CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	Бутановая	Масляная	Бутират
CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	Пентановая	Валериановая	Валерат
CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	Гексановая	Капроновая	Капронат
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Гексадекановая	Пальмитиновая	Пальмиат
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Октадекановая	Стеариновая	Стеарат

Для предельных monocарбоновых кислот характерна изомерия углеродной цепи



Кроме того, карбоновые кислоты могут иметь изомеры в классе сложных эфиров



1.2.9. Углеводы

Углеводы (сахара) — это класс органических веществ, к которому относятся полигидроксикарбонильные соединения и их производные.

Общая формула углеводов: $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n$ или $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$.

Название “углевод” образовано от слов “углерод” и “вода”:

углерод вода.

Углеводы являются гетерополифункциональными соединениями.

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОВ

Молекулы некоторых углеводов при гидролизе распадаются. Такие молекулы можно считать состоящими из нескольких углеводных остатков. По числу углеводных остатков углеводы делят на три группы: моносахариды (монозы), олигосахариды и полисахариды (полиозы).

Моносахариды (монозы) — это углеводы, молекулы которых содержат в *углерод-углеродных цепях* до 9 атомов углерода и не могут быть разложены на более простые молекулы углеводов. К монозам относятся рибоза, глюкоза, фруктоза*.

Олигосахариды — это углеводы, молекулы которых содержат от 2 до 10 моносахаридных остатков. При гидролизе олигосахариды превращаются в смесь моносахаридов. К олигосахаридам относятся сахароза, мальтоза и целлобиоза, которые являются дисахаридами.

Полисахариды (полиозы) — это углеводы, молекулы которых содержат в цепях более 10 моносахаридных остатков (одинаковых или различных). При гидролизе полисахариды распадаются на молекулы моносахаридов. К полисахаридам относятся крахмал и целлюлоза.

ПОЛИСАХАРИДЫ

К важнейшим полисахаридам относятся **крахмал, гликоген и целлюлоза**, состоящие из остатков глюкозы, а также **инулин**, состоящий из остатков фруктозы.

КРАХМАЛ

Физические свойства и нахождение в природе

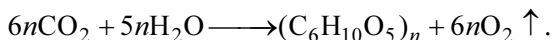
Крахмал $(C_6H_{12}O_5)_n$ — белый аморфный порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде крахмал набухает и образует

*Существуют исключения из общей формулы, например $C_5H_{10}O_4$ — дезоксирибоза, $C_6H_{12}O_5$ — рамноза и фруктоза. Суффикс *-оза* характерен для названия всех моносахаридов.

коллоидный раствор (клейстер). Крахмал — это смесь, которая состоит из амилозы (20 %) и амилопектина (80 %).

Крахмал образуется в зеленых растениях при фотосинтезе из оксида углерода (IV) и воды.

В общем виде эту реакцию записывают так:



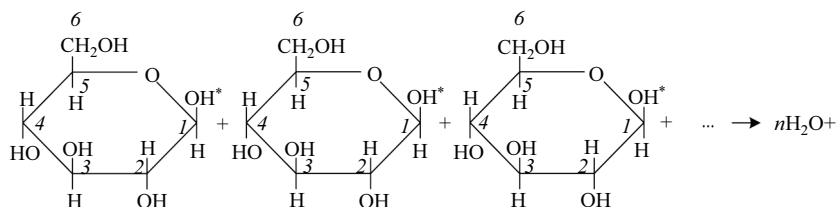
Применение крахмала

Крахмал используют в качестве пищевого продукта и для изготовления бумаги, текстильных изделий, лекарств, клея и т. п.

Гликоген — это животный крахмал. Гликоген имеет такой же состав, как и растительный крахмал. По строению гликоген подобен амилопектину (степень полимеризации — в пределах 25000–90000). Гидролиз гликогена происходит аналогично гидролизу крахмала. Гликоген выполняет ту же функцию в живых организмах, что и крахмал в растениях. Гликоген содержится во всех клетках живого организма, наиболее богаты гликогеном печень и мышцы.

ЦЕЛЛЮЛОЗА (КЛЕТЧАТКА)

Целлюлоза $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_n$ как и крахмал является природным полимером. Целлюлоза состоит из остатков β -глюкозы, соединенных между собой в длинные линейные цепи посредством 1,4-гликозидных связей:



β -глюкоза



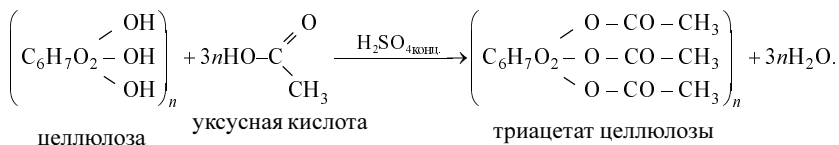
Физические свойства и нахождение в природе

Химические свойства целлюлозы

$$\underset{\text{целлюлоза}}{(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n} + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} n\underset{\beta\text{-глюкоза}}{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}.$$
$$\begin{array}{ccc} \left(\begin{array}{c} \text{OH} \\ \diagup \\ \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 - \text{OH} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} \right)_n & + 3n\text{HO}-\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.}} & \left(\begin{array}{c} \text{O}-\text{NO}_2 \\ \diagup \\ \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 - \text{O}-\text{NO}_2 \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{NO}_2 \end{array} \right)_n + 3n\text{H}_2\text{O}. \\ \text{целлюлоза} & \text{азотная кислота} & \text{тринитроцеллюлоза} \end{array}$$

Тринитроцеллюлоза (пироксилин) представляет собой взрывчатое вещество и используется для производства пороха.

3. Взаимодействие с уксусной кислотой:



Триацетат целлюлозы является сложным эфиром.

Применение целлюлозы и ее эфиров

Целлюлозу применяют для получения бумаги, искусственных волокон (вискозного, медно-аммиачного, ацетатного), целлулоида, целлофана, пластмасс, пленок, лаков, взрывчатых веществ.

1.2.10. Металлы и сплавы

Металлы. Из 110 элементов периодической системы более 80 являются металлами. За исключением благородных металлы в природе в чистом виде не встречаются.

Металлы — это *простые вещества*, характеризующиеся при обычных условиях высокими значениями электро- и теплопроводности, отрицательным температурным коэффициентом электропроводности, ковкостью, блеском, пластичностью. В газообразном состоянии, как правило, одноатомны. В твердом состоянии образуют кристаллы с плотно упакованными решетками. Обладают *металлической химической связью*, обуславливающей их характерные свойства. Особенностью металлов является низкая *энергия ионизации* и малое *сродство к электрону*.

Антропогенная деятельность вызывает увеличение содержания **металлов** в окружающей среде. Это негативный фактор, так как чистые **металлы** — чуждые, незнакомые биосфере вещества, от которых у нее нет эффективных способов защиты.

Интерметаллические сплавы. Химические соединения металлов друг с другом. Относятся к соединениям переменного состава с металлическим типом химической связи. Например: Cu_5Zn_8 , MgCuAl_2 , Al_6Mn .

Твердые растворы. Твердые однородные кристаллические или аморфные (стеклообразные) вещества переменного состава. Основа всех важнейших сплавов, применяемых в технике.

Сплавы. Продукты сплавления или спекания двух или более компонентов, обладающие свойствами как исходных веществ, так и новыми свойствами. Компонентами сплавов могут быть только металлы, металлы и неметаллы, только неметаллы. Поэтому сплавы часто называют металлическими и неметаллическими. Типичный пример металлических сплавов — сталь, бронза, дюраль (табл. 1.5).

Примером неметаллических сплавов является многочисленная группа стеклообразных сплавов, керамические материалы.

Сплавы могут быть как *стехиометрическими*, так и *нестехиометрическими соединениями*. В них может осуществляться как металлический тип химической связи, так и ковалентный, а также смешанный (ионно-ковалентный).

Черные металлы. Промышленное название железа и его сплавов (чугун, сталь, ферросплавы).

Таблица 1.5

Важнейшие сплавы

Название	Состав	Применение
Сталь	Fe, C (до 1,7 %), Mn, Si, S, P, Cr и др.	Машиностроение
Чугун	Fe, C (> 1,7 %), Mn, Si, S, P	Тяжелое машиностроение
Бронза	Cu с другими металлами, например, (Sn)	Детали машин, художественное литье
Дюралюмик (дюраль)	Al, Mg, Cu, Mn	Авиа- и автостроение
Латунь	Cu, Zn	Детали машин, приборы, бытовая техника

Цветные металлы. *Промышленное название всех металлов, за исключением железа.* Цветные металлы подразделяют на легкие и тяжелые, тугоплавкие и легкоплавкие, благородные, рассеянные (галлий, индий, таллий и др.), редкоземельные (скандий, иттрий, лантан и все лантаноиды), радиоактивные (технеций, франций, радий, полоний, актиний, торий, протактиний, уран и все *трансурановые элементы*), редкие (металлы, производимые в малых количествах).

Легкие металлы. Общее название группы металлов, обладающих малой плотностью (плотность менее $4,5 \text{ г/см}^3$). К легким металлам относятся: литий, бериллий, натрий, магний, алюминий, калий, кальций, титан, рубидий, стронций, цезий, барий.

Тяжелые металлы. Собирательное название металлов с плотностью более $4,5 \text{ г/см}^3$ (в некоторых справочниках к тяжелым металлам относят металлы с плотностью более 5 и даже более 8 г/см^3). К тяжелым металлам относятся: медь, свинец, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть, марганец. Входят в состав *земной коры*. Они являются главными загрязнителями окружающей среды. Попадают в окружающую среду со сточными водами, в результате процессов горения, коррозии или стирания металлических изделий, содержащих тяжелые металлы. Большинство из тяжелых металлов (точнее их ионы) высокотоксичны. Антропогенное рассеивание тяжелых металлов в биосфере приводит к отравлению или угрозе отравления живых организмов. Особую проблему представляет накопление тяжелых металлов в организме человека (например, кадмия в почках). В городском воздухе содержание тяжелых металлов значительно больше, чем в воздухе сельских районов. Например, по данным немецких ученых, средняя концентрация тяжелых металлов в воздухе городов многократно превышает их концентрацию в горных районах страны, в том числе: бериллия — в 12 раз, кадмия — в 10, хрома — 48, кобальта — 46, меди — 12,7, никеля — 25, ртути — в 5 раз. Значительная часть тяжелых металлов накапливается в почвах крупных городов и пригородов. Поэтому качество производимой на этих территориях сельскохозяйственной продукции должно быть под постоянным контролем, так как именно здесь начинает формироваться поток избыточного количества тяжелых металлов в пищевых цепях.

Тугоплавкие металлы. Металлы, температура плавления которых выше 1000 °С. Самую высокую температуру плавления имеет вольфрам (W), $T_{\text{пл}} = 3410$ °С, этот самый тугоплавкий металл используют для изготовления нитей электроламп.

Легкоплавкие металлы. Металлы, температура плавления которых ниже 1000 °С. Самый легкоплавкий металл — ртуть (Hg), $T_{\text{пл}} = -39$ °С.

Переходные металлы, *d*-металлы. *d*-Элементы четвертого, пятого и шестого периодов *периодической системы элементов*. Из переходных металлов в природе в свободном состоянии встречаются золото, платина, медь, серебро, ртуть. Остальные переходные металлы находятся только в связанном состоянии в виде оксидов, солей и комплексов. Особенности переходных металлов:

в образовании химических связей принимают участие *s*-, *p*- и *d*-атомные орбитали, они образуют различные типы связей, в том числе ковалентные, полярные;

все переходные металлы проявляют переменную степень окисления (кроме Zn и Cd);

оксиды переходных металлов низших степеней окисления проявляют основной характер, средних — амфотерный, высших — кислотный;

гидриды переходных металлов — кристаллические вещества, они являются металлическими проводниками.

Благородные металлы. Общее название химически малоактивных металлов. В группу благородных металлов входят: золото, серебро, платина, рутений, родий, палладий, осмий, иридий. Благородные металлы и сплавы на их основе находят широкое применение при изготовлении ювелирных изделий, хирургических инструментов, термопар, электродов, коррозионно-стойкой аппаратуры. Благородные металлы используются в качестве катализаторов.

Платиновые металлы. Групповое название шести металлов VIII группы пятого и шестого периодов периодической системы элементов: рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина. Обладают высокой химической стойкостью.

Редкоземельные элементы — Sc, Y, La и 14 лантаноидов.

1.2.11. Металлы, применяемые в полиграфии

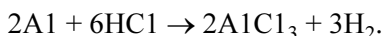
В полиграфии применяются следующие металлы (в алфавитном порядке).

Алюминий — серебристо-белый металл с синеватым оттенком. Температура плавления — 658 °С. Алюминий прочнее цинка, хорошо куется в холодном состоянии и еще лучше при 100–150 °С, хорошо прокатывается. При нагревании до 200 °С становится ломким, а при 540 °С начинает размягчаться.

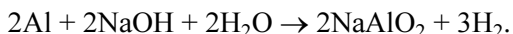
Вследствие большого сродства алюминия с кислородом на воздухе поверхность алюминия легко покрывается тонкой пленкой оксида алюминия, предохраняющей металл от дальнейшего окисления.

Алюминий имеет амфотерные свойства, т. е. образует соли при взаимодействии и с кислотами, и со щелочами.

Азотная кислота на алюминий почти не действует, серная кислота растворяет очень слабо, соляная кислота растворяет легко:



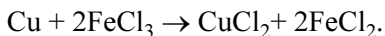
Алюминий легко растворяется и в щелочах, например:



Алюминий применяют для изготовления офсетных форм позитивным копированием с использованием поливинилового спирта или камеди сибирской лиственницы, а также — ортохинондиазидов в качестве копировального слоя.

Медь применяется для изготовления медных анодов в гальванотехнике. Медные пластины используются для изготовления особо точных и прочных типографских клише, в особенности для трех- и четырехкрасочного печатания, а также для изготовления медных переплетных штампов путем травления растворами хлорного железа. В глубокой печати применяются медные цилиндрические печатные формы.

Хлорное железо взаимодействует с медью по схеме:



Согласно ряду напряжений железо должно вытеснять медь из растворов ее солей. Но этого не происходит, так как идет процесс восстановления хлорного железа.

При изготовлении биметаллических офсетных пластин чаще всего пользуются стальными или алюминиевыми подложками, на поверхность которых гальванически наращивают слой меди толщиной около 2 мкм.

Никель — серебристо-белый тяжелый металл с сильным блеском, не тускнеющим на воздухе. Никель обладает твердостью, гибкостью, ковкостью и тягучестью, способен прокатываться в очень тонкие листы и вытягиваться в проволоку. Никель легко полируется. Температура кипения — около 3000 °С.

В ряду напряжений никель стоит правее железа и поэтому медленнее, чем железо, растворяется в разбавленных кислотах: азотной, серной и соляной. Вода и щелочи даже при нагревании на него не действуют.

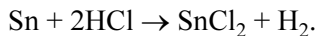
Благодаря стойкости по отношению к атмосферным условиям и твердости никель применяют как нержавеющее (антикоррозионное) и декоративное покрытие. Слой никеля наносится на поверхность металлов гальваническим способом или вакуумным распылением.

В полиграфии тончайшие слои никеля наносят на поверхность типографских печатных форм для повышения их тиражеустойчивости. Особенное значение никелевые покрытия имеют при изготовлении биметаллических офсетных печатных форм. В этом случае слой никеля наносят на поверхность медной или омедненной подложки гальваническим способом.

Олово — блестящий металл серебристого цвета. Его выплавляют из руды, называемой оловянным камнем, состоящим в основном из SnO_2 .

Олово очень тягуче и ковко. При сгибании оловянных пластинок можно ясно слышать характерный треск, называемый “криком олова”; он слышен тем яснее, чем чище олово. Этот треск происходит из-за соосного смещения кристаллов олова.

Олово амфотерно. Оно растворяется в соляной кислоте с образованием двуххлористого олова:



Со щелочами образует станниты — соли оловянистой кислоты H_2SnO_2 , в которых олово двухвалентно, например:



Олово при комнатной температуре не окисляется ни на воздухе, ни в воде, но способно сильно окисляться в расплавленном состоянии.

При долгом хранении на воздухе с низкой температурой олово иногда превращается в порошок. Происходит это потому, что техническое олово белого цвета представляет собой модификацию β -олова, устойчивую при 18–161 °С и способную в сильные морозы переходить в модификацию α -олова, устойчивую при температурах ниже 18 °С; α -олово серого цвета, имеет другую кристаллическую решетку и меньшую плотность, чем β -олово. Поэтому переход кристаллов β -олова в α -форму сопровождается увеличением объема на 26,5 %, что связано с превращением слитка или изделия в порошок. Начавшийся на поверхности слитка процесс разрушения далее может развиваться самопроизвольно и заражать близлежащие слитки. Это явление называют “оловянной чумой”. Для превращения порошкообразного α -олова в β -форму достаточна переплавка олова.

Хранить олово следует на складах при температуре не ниже +12 °С, допускается кратковременное пребывание олова при температуре ниже –20 °С.

В полиграфии олово применяют для изготовления типографских сплавов. Введение олова в свинцовые типографские сплавы улучшает их литейные свойства и механическую прочность.

Свинец — металл серого цвета с металлическим блеском. Свинец выплавляют из руд. Это один из самых тяжелых (его плотность — 11,34 г/см³), но в то же время очень мягких металлов. Свинец настолько мягок, что царапается ногтем. Свинец пластичен и хорошо прессуется. Температура плавления свинца — 327,4 °С. При 600 °С свинец начинает испаряться, пары свинца очень ядовиты. При охлаждении расплавленного свинца происходит значительная

усадка, т. е. сокращение объема отливки, и связанное с этим изменение ее геометрических размеров.

В разбавленных кислотах свинец практически нерастворим. Лучшим растворителем свинца является крепкая азотная кислота. Содержащая воздух уксусная кислота также растворяет свинец.

При обычной температуре свинец окисляется только с поверхности, образуя защитную пленку. При окислении расплавленного свинца образуется глет PbO , а затем сурик Pb_2O_3 .

В полиграфии свинец применяется главным образом при изготовлении типографских сплавов. Кроме того, при хромировании стереотипов пользуются свинцовыми анодами. Оксид свинца (глет) применяется при изготовлении сиккативов в производстве полиграфических красок.

Сурьма — металл голубовато-белого цвета с сильным блеском. Встречается в природе в виде самородного металла, чаще — в виде руд.

Сурьма — металл очень твердый, но настолько хрупкий, что может быть истолчен в порошок. Поэтому сурьму применяют главным образом в виде сплавов. В сплаве со свинцом сурьма повышает твердость свинца и понижает усадку сплава при охлаждении. Плотность чистой сурьмы — $6,62 \text{ г/см}^3$. На воздухе при нормальной температуре сурьма не окисляется, но сильно окисляется при нагревании, в расплавленном состоянии. С водой и разбавленными кислотами сурьма не взаимодействует. Концентрированные соляная и серная кислоты медленно растворяют сурьму, образуя соответствующие соли. Концентрированная азотная кислота окисляет сурьму до высшего оксида $Sb_2O_5 \times H_2O$.

Сурьма входит в состав свинцовых типографских сплавов, повышает их твердость и понижает усадку при охлаждении.

Хром — белый блестящий металл. В природе хром встречается в виде минерала хромита, при переработке которого получается чистый хром. Плотность хрома — $6,8\text{--}7,2 \text{ г/см}^3$. Температура плавления хрома — 1890°C . Хром настолько тверд, что им можно резать стекло. В сухом и влажном воздухе хром не окисляется.

Кислоты на хром почти не действуют. Поэтому хром широко применяется как антикоррозионное декоративное покрытие металлических поверхностей.

Хром используется при изготовлении различных сплавов, которым придает большую твердость и химическую стойкость. Наиболее важны из хромосодержащих сплавов нержавеющая, кислотоустойчивая и жароупорная стали, а также сплав хрома с никелем — нихром, применяемый в нагревательных электротехнических приборах.

В полиграфии тончайшие слои хрома наносят гальваническим способом на поверхность типографских стереотипов и форм глубокой печати для повышения их тиражеустойчивости. При изготовлении биметаллических офсетных пластин гальванические хромовые слои образуют гидрофильные пробельные участки формы.

Цинк — тяжелый металл, имеющий в чистом виде синевато-белый цвет, а при наличии примесей — серовато-белый. Плотность цинка в зависимости от характера механической обработки колеблется от 6,9 до 7,4 г/см³. Чистый цинк плавится при 420 °С. При 100–130 °С цинк становится тягучим и может коваться, прокатываться в листы и вытягиваться в проволоку. При 270 °С цинк становится хрупким и может быть измельчен в порошок. Прокатанный цинк имеет очень мелкозернистое строение и удовлетворительные механические свойства. Однако при нагревании выше 150 °С происходит процесс рекристаллизации цинка: цинк становится грубокристаллическим, менее прочным, хрупким.

Разбавленные минеральные кислоты (соляная, азотная, серная) хорошо растворяют цинк; концентрированные кислоты, особенно серная, менее активны в этом отношении. Растворение цинка происходит очень быстро в том случае, когда он содержит примеси кадмия до 0,3 %, свинца — до 1 % и некоторых других металлов.

Во влажном воздухе цинк покрывается тонкой плотной пленкой его основных углекислых солей $Zn_2(OH)_2CO_3$, которая устойчива в обычных условиях и практически нерастворима в воде; эта

пленка предохраняет цинк от дальнейшего разрушения разбавленными кислотами. Предохранение же других металлов от коррозии нанесением на их поверхность тонкого слоя цинка (например, цинкование железа) основано не только на устойчивости углекислых солей цинка, но главным образом на способности цинка образовывать гальванические пары, где он является анодом, а защищаемый металл — катодом. В полиграфии цинковые пластины применяются для изготовления типографских клише и офсетных печатных форм. Попытки применить цинковые сплавы для отливки типографских шрифтов и линотипных строк не увенчались успехом главным образом из-за разъедающего действия цинковых сплавов на плавильные котлы и детали отливных механизмов наборных машин, а также из-за недопустимости загрязнения цинком свинцовых типографских сплавов.

Специально приготовленный и обработанный типографский цинк воспринимает фотоизображение. Это изображение в нужных местах защищают краской и будущее клише протравливают кислотой. Изображение приобретает рельефность. Опытные граверы подчищают его, делают оттиски, а потом эти клише используют в печатных машинах.

К полиграфическому цинку предъявляют особые требования: прежде всего он должен иметь мелкокристаллическую структуру, особенно на поверхности слитка. Поэтому цинк, предназначенный для полиграфии, всегда отливают в закрытых формах. Для “выравнивания” структуры применяют обжиг при 375 °С с последующим медленным охлаждением и горячей прокаткой. Строго ограничивают и присутствие в металле примесей, особенно свинца. Если его много, то нельзя вытравить точное клише.

1.2.12. Двойные сплавы

Двойные сплавы, т. е. сплавы, состоящие из двух металлов, имеют не одну, а две критические точки. Первая критическая точка соответствует началу выпадения из сплава одного из составляющих металлов, в зависимости от того, какого металла больше в

сплаве (каким металлом пересыщен сплав), или кристаллов твердого раствора одного металла в другом, а также кристаллов химического соединения металлов, составляющих сплав. Вторая критическая точка соответствует концу затвердевания сплава и связана с одновременным образованием плотной однородной смеси кристаллов обоих металлов (или кристаллов металлов и кристаллов твердого раствора и химических соединений). Эта вторая критическая точка называется эвтектической (от греческого слова “эутектос”, что значит легкоплавкий). Сплав, имеющий только одну критическую точку, называется эвтектическим.

Эвтектический сплав получается из сплавляемых металлов только в строго определенных соотношениях, различных для разных металлов. Например, эвтектическую точку, равную 246 °С, имеет только сплав, состоящий из 87 % свинца и 13 % сурьмы. Эвтектический сплав имеет наименьшую из возможных для данной системы металлов температуру плавления и наибольшую однородность строения, твердость и прочность.

Многие сплавы, например сурьмы и олова, при охлаждении образуют кристаллы твердых растворов, в которых атомы сурьмы и олова кристаллизуются совместно: атомы растворенного металла, т. е. металла, которого значительно меньше в сплаве, замещают атомы растворителя в любом месте кристаллической решетки. Кроме твердых растворов, некоторые металлы, например магний и олово, образуют химическое соединение Mg_2Sn ; олово и мышьяк также образуют химические соединения: $SnAs$ и $SnAs_2$. Химические соединения кристаллизуются в сплавах в виде самостоятельных кристаллов свойственного им типа. Два металла могут образовывать много двойных сплавов с различным соотношением исходных металлов. Такой ряд сплавов называется системой сплавов. Если для большого числа сплавов из пары металлов, например из свинца и сурьмы, получить опытным путем кривые охлаждения, то по характерным точкам на них, зная состав каждого сплава, можно построить диаграмму состояния системы сплавов (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Сплавы. Состав и свойства

Сплав	Состав	Свойства
Бронза	90 % Cu, 10 % Zn	Твердый, коррозионно-стойкий, хорошо отливается в формы
Дуралюмин	94,3 % Al, 4 % Cu + Mn + Mg	Легкий, обладает высокой прочностью и электропроводностью
Константин	60 % Cu, 40 % Ni	Электрическое сопротивление не зависит от температуры
Латунь	70 % Cu, 30 % Zn	Ковкий, коррозионно-стойкий, имеет высокую электропроводность
Манганин	84 % Cu, 12 % Mn, 4 % Ni	Большое электрическое сопротивление, слабо расширяется при нагревании
Монель-металл	67 % Ni, 29 % Cu, 1,7 % Fe, 1 % Mn + C + Mg	Обладает высокой прочностью, коррозионно-стойкий
Нейзильбер (мельхиор)	62 % Cu, 15 % Ni, 22 % Zn	Твердый, коррозионно-стойкий
Нержавеющая сталь	85,1 % Fe, 13,7 % Cr, 0,3 % C + Ni + Mn + Si	Высокопрочный, коррозионно-стойкий
Нимоник	80 % Ni, 19,5 % Cr + Ti + Al	Высокая температура плавления
Нихром	77,3 % Ni, 21 % Cr + Mn + Fe	Большое электрическое сопротивление, слабо расширяется при нагревании
Пушечный металл	88 % Cu, 10 % Sn, 2 % Zn	Прочный, износостойкий и коррозионно-стойкий
Углеродистая сталь	98,4 % Fe, 0,8 % C + Mn + Si + P	Твердый, высокая прочность на растяжение
Фосфористые бронзы	90 % Cu, 9,7 % SnO, 0,3 % P	Прочный, твердый, коррозионно-стойкий

1.3. Дисперсные системы и их характеристики

Дисперсные системы. Системы, в которых одно или несколько веществ в виде мелких частиц распределены в другом веществе. При этом распределяемое вещество принято называть **дисперсной фазой** (понятие “фаза” здесь не строгое), а вещество, в котором происходит распределение, — **дисперсионной средой**.

Характеристика размеров частиц дисперсной фазы в дисперсных системах определяет их **дисперсность**.

Степень дисперсности. Количественная характеристика дисперсности (раздробленности) вещества D , обратно пропорциональная размеру частиц a : $D = 1/a$. Степень дисперсности численно равна числу частиц, которые можно плотно уложить в ряд (или в стопку пленок) на протяжении одного сантиметра.

Дисперсные системы можно классифицировать по степени дисперсности и устойчивости (табл. 1.7), а также по типу агрегатного состояния, так как и дисперсная фаза, и дисперсионная среда могут быть газообразными, жидкими или твердыми (табл. 1.8).

Для *грубодисперсных систем* размер частиц дисперсной фазы значительный, что позволяет им сохранять все свойства фазы, поэтому такие системы и рассматриваются как гетерогенные (см. табл. 1.7). В *истинных растворах* степень “дробления” вещества соответствует размерам молекул (ионов), следовательно, исчезает поверхность раздела и система становится гомогенной (однородной).

Таблица 1.7

Дисперсные системы по степени дисперсности и устойчивости

Дисперсные системы	Размеры частиц дисперсной фазы, м	Устойчивость и гомогенность системы
Грубодисперсные (суспензии, взвеси)	$10^{-5} - 10^{-7}$	Неустойчивы, гетерогенны
Тонкодисперсные (коллоидные растворы)	$\sim 10^{-7} - 10^{-9}$	Довольно устойчивы, микрогетерогенны
Молекулярно-дисперсные (истинные растворы)	$\sim 10^{-9} - 10^{-10}$	Весьма устойчивы, гомогенны

Таблица 1.8

Дисперсные системы по агрегатному состоянию

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Примеры
Газ	Газ Жидкость Твердое тело	Газовые смеси Туманы, облака \supseteq аэрозоли Пыль, дым
Жидкость	Газ Жидкость Твердое тело	Пена Эмульсии (молоко, кремы, мази) Суспензии, взвеси (глина в воде)
Твердое тело	Газ Жидкость Твердое тело	Твердые пены (пеноплат, пемза, пеностекло) Твердые эмульсии (вода в парафине, жемчуг, цеолиты) Сплавы, твердые растворы

Грубодисперсные системы. Разновидность *дисперсных систем*, в которых размеры частиц *дисперсной фазы* составляют 10^{-5} – 10^{-7} м. Грубодисперсные системы неустойчивы, гетерогенны, например суспензии, взвеси.

Коагуляция. Процесс слипания дисперсных частиц, приводящий к выпадению их в осадок.

Отличие по составу и сохранению свойств компонентов в дисперсных системах представлено в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Состав и сохранение свойств компонентов в дисперсных системах

Наименование	Состав	Наличие эффектов при растворении	Сохранение индивидуальных свойств	Однородность	Возможность разделения
Механические смеси	Переменный в широких пределах	Нет	Сохраняются	Неоднородны	Возможно

Наименование	Состав	Наличие эффектов при растворении	Сохранение индивидуальных свойств	Однородность	Возможность разделения
Растворы	Переменный в широких пределах	Есть	Частично сохраняются	Однородны	Как правило, возможно
Химические соединения (индивидуальные)	Постоянный состав (в основном)	Есть	Не сохраняются	Однородны	Практически невозможно

1.3.1. Растворы и их свойства

Растворы. Однородные (гомогенные) физико-химические системы переменного состава, состоящие из двух и более компонентов и продуктов их взаимодействия, не разделяющиеся на составные части со временем. Состоят из *растворителя и растворенного вещества*. Могут быть *газообразными* (воздух), *жидкими* (растворы солей в воде), *твердыми* (сплавы металлов). В зависимости от количества растворенного вещества и внешних условий растворы могут быть *концентрированными, разбавленными, насыщенными, ненасыщенными, пересыщенными*. В зависимости от состава растворенного вещества растворы могут иметь *кислую, нейтральную или щелочную среду*. По способности проводить электрический ток различают растворы электролитов и неэлектролитов. Растворы — частный случай *дисперсных систем*. Занимая промежуточное положение между механическими смесями и химическими соединениями, растворы по своей природе и основным признакам ближе к последним.

Растворение. *Физико-химический процесс образования раствора*, завершающийся равномерным распределением частиц одного вещества между частицами другого и сопровождающийся тепловыми эффектами.

Растворенное вещество. Компонент раствора, обычно содержится в нем в меньшем количестве по сравнению с растворителем.

Растворитель. *Неорганическое или органическое соединение или смесь, способные растворять различные вещества, образуя с ними растворы.* Растворители являются средой, в которой распределяются *растворенные* вещества. Обычно растворителем является компонент, который находится при данных условиях в том же агрегатном состоянии, что и раствор. Если оба компонента в чистом виде находятся в одинаковом агрегатном состоянии, то растворителем считают то вещество, которого больше в растворе. Для растворов электролитов растворителем всегда является вода, даже если ее и очень мало.

Растворимость. *Способность вещества растворяться в том или ином растворителе с образованием однородной системы.* Абсолютно нерастворимых веществ не существует. Если растворимость вещества очень мала, то считают, что данное вещество в данном растворителе нерастворимо. Мерой растворимости служит состав (концентрация) *насыщенного раствора*. Растворимость веществ зависит от природы вещества и растворителя, от температуры и давления (для газов), от присутствия в растворителе посторонних веществ.

При повышении температуры растворимость большинства твердых веществ, как правило, увеличивается. Растворимость газов при повышении температуры уменьшается, но увеличивается при повышении давления.

В зависимости от способности растворяться в воде вещества делятся на хорошо растворимые (р), малорастворимые (м) и практически нерастворимые (н) (см. Приложение 3). Примерами практически нерастворимых веществ являются благородные газы, золото; малорастворимых — оксид азота (II), азот, кислород, гидроксиды кальция и магния; хорошо растворимых — серная кислота, многие соли, аммиак, хлороводород. На практике для качественной оценки растворимости веществ используют следующий критерий:

а) *растворимое вещество* р — в 100 г воды растворяется > 10 г вещества;

б) *малорастворимое вещество* m — в 100 г воды растворяется < 1 г вещества;

в) *практически нерастворимое вещество* n — в 100 г воды растворяется $< 0,001$ г вещества.

Закон Рауля. *Понижение давления насыщенного пара растворителя над поверхностью идеального раствора пропорционально мольной доле растворенного вещества:*

$$\Delta P = P^\circ - P = P^\circ N; \quad N = \frac{n^1}{n + n^1},$$

где P° и P — давление насыщенного пара над чистым растворителем (P°) и раствором (P); N — мольная доля растворенного вещества; n и n^1 — количество растворенного вещества и растворителя.

Часто закон Рауля записывают в виде

$$\frac{\Delta P}{P^\circ} = N,$$

т. е. относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором пропорционально мольной доле растворенного вещества.

Согласно закону Рауля, величина ΔP зависит от свойств (природы) растворителя и молярной доли растворенного вещества, но не зависит от природы растворенного вещества. Это значит, что при растворении в каком-либо количестве воды разных веществ в количестве 1 моль, повышение температуры кипения раствора будет одинаковым для всех этих веществ. *Величина повышения температуры кипения раствора, содержащего 1 моль вещества в 1 кг растворителя, называется эбулиоскопической константой E данного растворителя.*

Таким образом, $\Delta T_{\text{кип}} = Et$, где t — **моляльная концентрация** растворенного вещества, равная количеству молей растворенного вещества на 1 кг растворителя. Для разбавленных водных растворов можно вместо моляльной использовать молярную концентрацию. Измеряя повышение температуры кипения раствора,

можно определять молярные массы растворенных веществ (**эбулиоскопический метод**).

Величина понижения температуры замерзания $\Delta T_{\text{зам}}$ по закону Рауля зависит от свойств чистого растворителя и молярной доли растворенного вещества, но не зависит от природы растворенного вещества.

Величина понижения температуры замерзания раствора, содержащего 1 моль растворенного вещества в 1 кг растворителя, называется криоскопической константой K данного растворителя.

Таким образом, $\Delta T_{\text{зам}} = Kt$, где t — моляльная концентрация растворенного вещества.

Метод определения молярных масс растворенных веществ по понижению температуры замерзания раствора, получивший название **криоскопического**, широко вошел в лабораторную практику.

Закон Генри. Масса растворенного при постоянной температуре газа прямо пропорциональна его давлению:

$$c = kP,$$

где c — массовая концентрация газа; P — давление газа; k — постоянная, называемая *константой Генри*. Объем газа, растворяющегося при постоянной температуре в данном объеме жидкости, не зависит от его давления. Закон Генри строго применим только для описания разбавленных растворов таких газов, для которых можно пренебречь химическим взаимодействием их с растворителем, как, например, с SO_3 , CO_2 .

Растворение газов в жидкости обычно идет с выделением тепла, т. е. представляет собой экзотермический процесс, поэтому при повышении температуры растворимость газов уменьшается. При кипячении газ практически полностью удаляется из раствора. Исключение составляют растворы, в которых газы образуют прочные соединения с растворителем (например, раствор HCl в H_2O). Растворение газов в жидких металлах, как правило, представляет собой эндотермический процесс. Поэтому при увеличении температуры растворимость их в жидких металлах увеличивается.

Этим объясняется появление газовых пузырей при кристаллизации сталей и других металлических расплавов. На растворимость газов влияет наличие в растворителе других веществ. Так, например, добавление соли к воде приводит к уменьшению растворимости газа. Этот процесс называется *высаливанием*, а сам эффект носит название *высаливающее действие*.

Закон Генри—Дальтона. При растворении в жидкости смеси газов каждый газ растворяется пропорционально своему парциальному (собственному) давлению P . Общее давление газов равно сумме всех парциальных давлений:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_i.$$

Реакция раствора. Понятие, характеризующее соотношение ионов водорода и гидроксид-ионов в растворах солей, кислот, оснований, природных водах. Реакция раствора может быть *кислой*, *нейтральной*, *щелочной*.

Кислотность. Характеристика раствора или среды, определяемая концентрацией ионов водорода H^+ .

Кислотность раствора удобно характеризовать *водородным показателем* pH, который представляет собой отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов:

$$pH = -\lg[H^+].$$

Водородный показатель pH для относительно разбавленных водных растворов изменяется от 1 до 14 и в зависимости от реакции среды принимает различные значения.

Кислая среда. Среда, в которой концентрация ионов водорода H^+ больше, чем концентрация гидроксид-ионов OH^- : $[H^+] > [OH^-]$; $[H^+] > 10^{-7}$ моль/л, т. е. в кислой среде $pH < 7$. Кислая среда относится к *агрессивным средам*.

Щелочная среда. Водные растворы, для которых концентрация гидроксид-ионов больше концентрации ионов водорода: $[OH^-] > [H^+]$, $[H^+] < 10^{-7}$ моль/л, т. е. в щелочной среде $pH > 7$. Щелочную среду имеют растворы солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой, например Na_2CO_3 , K_2S .

Индикаторы. Вещества, изменяющие свою окраску в присутствии определенных химических соединений при изменении рН раствора. Индикаторы позволяют следить за составом среды или за протеканием химических реакций. Часто в качестве индикаторов используются слабые органические кислоты и основания: фенолфталеин, лакмус. Изменение окраски индикаторов наблюдается в определенном интервале значений рН, характерном для каждого индикатора. Например, для фенолфталеина этот интервал находится в диапазоне рН от 8,2 до 10. Следовательно, данный индикатор можно использовать для *щелочной среды*.

Электролиты. Вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток. К электролитам относятся кислоты, основания, соли. Характеризуются *степенью электролитической диссоциации*, по значению которой подразделяются на сильные и слабые.

Неэлектролиты. Вещества, растворы или расплавы которых не проводят электрический ток. Неэлектролитами являются большинство органических соединений.

Электролитическая диссоциация. Распад молекул электролита на ионы под действием полярных молекул растворителя (в частности, полярных молекул воды). Схема электролитической диссоциации показана на рис. 1.19.

Сильные электролиты. Вещества, которые при растворении или в расплавленном состоянии полностью или почти полностью диссоциируют на ионы. Сильные электролиты являются

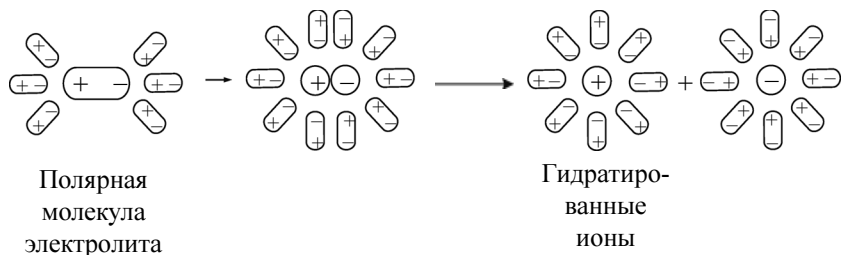


Рис. 1.19. Схема электролитической диссоциации полярной молекулы электролита

хорошими проводниками электрического тока (проводники второго рода). На практике к сильным электролитам относят вещества, степень диссоциации которых в растворе с концентрацией 0,1 моль/л превышает 30–33 %, так как с этого значения общее число образовавшихся ионов начинает превышать число молекул, не подвергшихся диссоциации. К сильным электролитам относятся большинство солей, гидроксиды *щелочных и некоторых щелочно-земельных металлов* и некоторые *кислоты*.

Слабые электролиты. Вещества, которые при растворении или в расплавленном состоянии мало диссоциируют на ионы и плохо проводят электрический ток. К слабым электролитам относят электролиты, для которых степень диссоциации в растворе с концентрацией 0,1 моль/л меньше 3 %. К ним относятся ряд неорганических кислот: H_2CO_3 , H_2S , HClO , CH_3COOH , большинство органических кислот, амфотерные гидроксиды, вода. Вещества, для которых значение степени электролитической диссоциации в растворе с концентрацией 0,1 моль/л лежит в диапазоне 3–33 % считают электролитами средней силы.

Водородный показатель (рН). Величина, характеризующая концентрацию ионов водорода в растворе. Численно этот показатель равен отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода: $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$, где $[\text{H}^+]$ — концентрация ионов водорода, моль/л. Показатель рН характеризует соотношение числа ионов H^+ и OH^- в растворе:

$\text{pH} = 7$, $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ — нейтральная среда;

$\text{pH} < 7$, $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ — кислая среда;

$\text{pH} > 7$, $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ — щелочная среда.

Наглядное представление о среде, значениях рН и концентрации водородных ионов дает схема, представленная на рис. 1.20.

Для более концентрированных растворов величина рН может иметь и другие значения, например: $-1([\text{H}^+] = 10^1)$; $15([\text{H}^+] = 10^{-15})$ и т.д.

Значения водородного показателя для растворов приведены в табл. 1.10.



Рис. 1.20. Концентрация водородных ионов и величины pH для растворов

Таблица 1.10

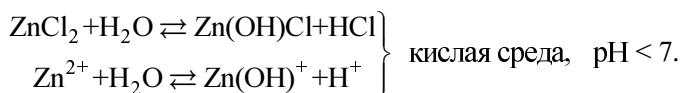
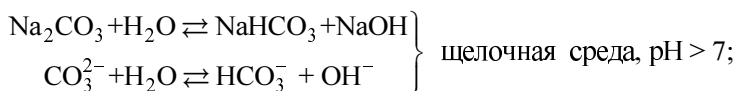
Значение pH для различных сред

Раствор	pH	Раствор	pH
HCl (37 %)	-1,1	Молоко	6,9
HCl (1M)	0	H ₂ O (дистиллированная)	7,0
Сок желудочный	1,4	Слюна человека	7,3
Сок лимонный	2,1	Кровь	7,4
Сок апельсиновый	2,8	Мыло	8,4
Сухое вино	3,5	H ₂ O (морская)	8,8
Помидоры	4,3	Стиральный порошок	10,9
Кофе черный	5,0	Аммиак бытовой	11,9
Моча	6,0	NaOH (1M)	14,0
H ₂ O (дождевая)	6,5	NaOH (насыщенный р-р)	15,0

Полиграфические технологии предусматривают достаточно большое число процессов, при которых различного рода материалы, имеющие в своем составе растворы или использующие их при конкретной операции, контактируют с различного рода полиграфическими машинами, механизмами и т. п. В этом случае не исключено коррозионное воздействие жидких сред в результате гидролиза.

Гидролиз. Обменное взаимодействие между веществом и водой, разновидность *ионных реакций*. Условием протекания процесса гидролиза является способность веществ образовывать с ионами воды (H^+ и OH^-) слабодиссоциирующие соединения. Гидролизу подвергаются соли, в состав которых входят катионы или кислотные остатки

слабых оснований и кислот, а также различные *органические соединения* (белки, углеводы, эфиры, жиры). Гидролиз, как правило, сопровождается изменением pH среды. Гидролиз качественно характеризуется **константой и степенью гидролиза**, например:



В приведенных примерах гидролиза солей слабой кислоты и сильного основания (Na_2CO_3) и слабого основания и сильной кислоты (ZnCl_2) процесс протекает преимущественно по первой ступени. Если соль образована слабой кислотой и слабым основанием, то процесс гидролиза протекает в большинстве случаев до конца, а pH среды в этом случае меняется незначительно:



Если же соль образована сильным основанием и сильной кислотой (NaCl , K_2SO_4), гидролиз не происходит, поскольку в системе имеется лишь один слабый электролит — H_2O , поэтому возможность связывания ионов H^+ или OH^- отсутствует (табл. 1.11).

Гидролиз широко применяется в химической промышленности для получения сахаров, спиртов, пищевых органических кислот, мыла, глицерина и других веществ. Реакции, происходящие при гидролизе, используются для получения коллоидных растворов, для очистки воды, идущей на питание парогенераторов, и для других целей.

Степень гидролиза (h). Отношение числа гидролизированных молекул $N_{\text{гидр}}$ к общему числу растворенных молекул $N_{\text{общ}}$:

$$h = \frac{N_{\text{гидр}}}{N_{\text{общ}}} 100 \, \%.$$

Разные случаи гидролиза солей

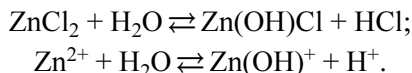
Природа соли		Продукты реакции гидролиза	Реакция среды (pH)
Основание	Кислота		
Сильное	Сильная	Гидролиз практически не идет	Нейтральная (pH = 7)
	Слабая	Сильное основание + кислая соль (или слабая одноосновная кислота)	Щелочная (pH > 7)
Слабое	Сильная	Сильная кислота + основная соль (или слабое основание NH_4OH)	Кислая (pH < 7)
	Слабая	Основная соль (или слабое основание NH_4OH) + слабая кислота	Зависит от сравнительной силы кислоты и основания (обычно pH ~ 7)
Слабое, много валентных металлов	Слабая летучая	Гидролиз идет до конца: слабое основание + слабая летучая кислота	Некоторые продукты уходят из сферы реакции (pH ~ 7)

Выражается в долях единицы или процентах. Степень гидролиза зависит от константы гидролиза $K_{\text{гидр}}$ и концентрации соли $c_{\text{соли}}$: $h \sim \sqrt{K_{\text{гидр}} / c_{\text{соли}}}$. При разбавлении раствора степень гидролиза увеличивается.

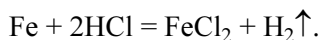
Влияние гидролиза. Изменение свойств среды из-за продуктов гидролиза, обеспечивающих возможность протекания химических процессов. Например, в реальных условиях многие металлические изделия, конструкции, детали или отдельные металлические узлы в различного рода машинах и механизмах, в том числе и полиграфических, контактируя даже с минимальным количеством

растворов солей, могут подвергаться разрушению в результате взаимодействия с продуктами гидролиза. Рассмотрим примеры таких взаимодействий.

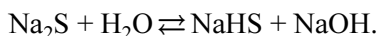
1. Fe + раствор ZnCl_2 . Водный раствор имеет кислую реакцию за счет гидролиза:



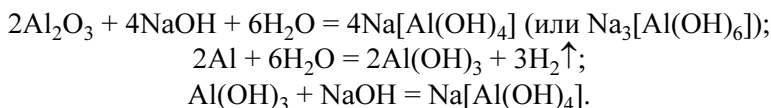
Железо, контактируя с таким раствором, взаимодействует с кислотой по реакции



2. Al + раствор Na_2S . Сульфид натрия в воде подвергается гидролизу:



Щелочная среда этого раствора обуславливает последующее разрушение алюминия (с учетом оксида на поверхности):



В конечном итоге:



Вот почему алюминиевую посуду рекомендуется использовать только для кипячения молока и воды, имеющих нейтральную реакцию. Гидролиз играет большую роль в жизнедеятельности организмов. При гидролизе минералов происходят важные изменения в составе земной коры. Например, в результате гидролиза горных пород вулканического происхождения в раствор переходят в гидролизованном виде кремнезем (SiO_2) и глинозем (Al_2O_3), которые, взаимодействуя друг с другом, образуют различного вида глины по схеме: горные породы + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ продукты гидролиза (SiO_3^{2-} , Al^{3+} , K^+) $\rightarrow \text{KAlSi}_3\text{O}_{11}$.

1.3.2. Коллоидные растворы

По степени дисперсности частиц коллоидные растворы занимают промежуточное положение между истинными растворами и взвесями, при этом их свойства отличаются как от свойств истинных растворов, так и от свойств взвесей. В коллоидных растворах частицы имеют размеры порядка 10^{-9} – 10^{-7} м, т. е. каждая частица может содержать большое число атомов или молекул, в истинных же растворах вещество находится в виде отдельных молекул или ионов, т. е. частиц с размерами порядка $<10^{-9}$ м.

Коллоидные растворы отличаются от истинных по оптическим свойствам. Частицы, образующие коллоидный раствор, невидимы в обычный микроскоп, но видимы с помощью так называемого ультрамикроскопа, где свет падает сбоку или сзади, в результате чего в поле зрения видны светлые точки, возникающие благодаря рассеянию света диспергированными частицами. Вследствие рассеяния света коллоидные растворы обнаруживают **опалесценцию** (от названия минерала — опал), т. е. выглядят слегка мутными в отраженном свете. Так как при прохождении света через коллоидный раствор сильнее рассеивается коротковолновая часть спектра, то при боковом освещении коллоидные растворы приобретают голубой оттенок, а в проходящем свете — красноватый (если сами по себе частицы диспергированного вещества бесцветны и не придают коллоидной системе другой окраски).

Законы, определяющие общие свойства растворов, связанные с количеством растворенных частиц (закон Рауля и следствия из него), применимы и к коллоидным растворам. Однако в этом случае соответствующие эффекты проявляются в гораздо меньшей степени, поскольку при одном и том же содержании вещества в растворе число частиц в единице объема в коллоидном растворе много меньше, чем в истинном.

Как правило, коллоидные растворы могут образовываться, когда какое-либо вещество мало растворимо (с образованием истинного раствора) в данном растворителе. Хотя любое вещество в соответствующих растворителях может давать и истинные, и коллоидные растворы, но для некоторых веществ более характерно

образование коллоидных растворов. Например, хлорид натрия в воде образует истинный раствор, а в бензоле — коллоидный, кремниевая кислота в водной среде склонна к образованию главным образом коллоидных растворов.

Коллоидные растворы. Разновидность *дисперсных систем*, содержащих частицы, средний поперечник которых лежит в пределах 10^{-7} – 10^{-9} м. Коллоидные растворы занимают промежуточное положение между истинными растворами и грубодисперсными системами. При определенных условиях распадаются с образованием взвесей.

Коллоидная частица. Система, состоящая из ядра, образованного ассоциированными молекулами (например, $n\text{AgI}$, $n\text{Sb}_2\text{S}_3$, $n\text{Fe}(\text{OH})_3$), внутренней сферы, образованной адсорбированными одноименными ионами на поверхности ядра, противоионами, частично компенсирующими заряд адсорбированных ионов, и сольватированными молекулами растворителя (рис. 1.21).

Мицелла. Система, состоящая из коллоидной частицы и противоположно заряженных ионов. На рис. 1.22 представлена схема строения мицеллы гидроксида железа (III), где m — число молекул $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (обычно 400–600); δ — адсорбционный слой притовоионов, относительно прочно связанных с коллоидной частицей; ϱ — диффузный слой противоионов. Совокупность ядра, слоя положительно заряженных ионов железа и адсорбционного слоя составляют гранулу.

Особые свойства коллоидных растворов объясняются свойствами поверхностного слоя коллоидных частиц. Для частиц более крупных, чем коллоидные, можно пренебречь ролью поверхностного слоя, поскольку доля молекул, находящихся в поверхностном слое, в этом случае мала.

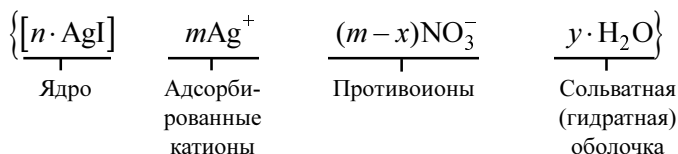
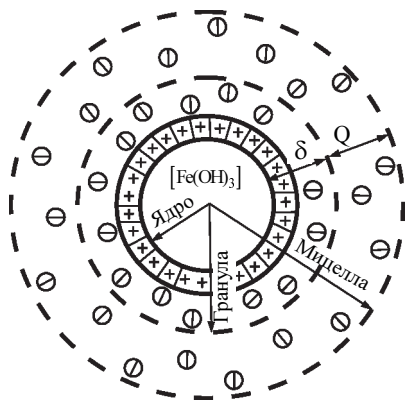


Рис. 1.21. Пример коллоидной частицы

Так как коллоидные частицы участвуют в броуновском движении, они должны непрерывно сталкиваться, что, казалось бы, должно привести к их необратимому слипанию, укрупнению до размеров, соответствующих взвесям и, таким образом, к разрушению коллоидного раствора. Тем не менее на практике коллоидные растворы зачастую оказываются достаточно устойчивыми. Устойчивость коллоидных растворов зависит от свойств среды, диспергированного вещества и от размеров частиц последнего.

Препятствием к укрупнению коллоидных частиц является их взаимное отталкивание, которое также является следствием особого состояния атомов поверхностного слоя. При большом размере удельной поверхности частиц особое значение приобретает **адсорбция**. Ненасыщенные атомы поверхностного слоя могут присоединять частицы (в частности, ионы) из дисперсной среды. Процесс адсорбции избирателен, поэтому на поверхности коллоидной частицы будут собираться предпочтительно ионы определенной природы и определенного знака заряда. Чаще всего ими станут те же ионы, которые входят в состав самой коллоидной частицы. В итоге за счет адсорбции коллоидная частица в целом приобретает некоторый поверхностный заряд.

Наличие одноименных зарядов на поверхности коллоидных частиц — первая и наиболее общая причина устойчивости коллоидных растворов. Наличие таких зарядов легко доказать, введя в коллоидный раствор электроды с некоторой разностью потенциалов. В зависимости от заряда коллоидных частиц наблюдается их перемещение к одному из электродов. Это явление носит название **электрофореза**. Его легко наблюдать, приложив разность потенциалов к находящейся в U-образной трубке взвеси глины в воде:



\oplus Fe^{3+} ; \ominus Cl^- — противоионы

Рис. 1.22. Схема строения мицеллы гидроксида железа (III)

такая взвесь содержит коллоидную составляющую. За счет перемещения коллоидных частиц под воздействием приложенного электрического поля на одном конце трубки жидкость делается прозрачной.

Явление электрофореза находит большое практическое применение в промышленности. Например, так очищают глину, идущую на производство фосфора, от примеси оксида железа (частицы глины несут отрицательный заряд, а частицы оксида железа — положительный). Электрофорез применяется также для очистки от аэрозолей газов, используемых в промышленности (например, SO_2 при производстве серной кислоты), а также газов, выпускаемых в окружающую среду после проведения тех или иных технологических процессов (в металлургии, химической промышленности и т. д.).

Другой причиной устойчивости коллоидных растворов в ряде случаев является наличие на поверхности коллоидных частиц уплотненного слоя молекул растворителя, что также препятствует слипанию коллоидных частиц. Коллоидные растворы, на поверхности частиц которых нет уплотненного слоя из молекул растворителя, называются **лиофобными** (для водных растворов — **гидрофобными**). Коллоидные растворы, на поверхности частиц которых имеется уплотненный слой молекул растворителя, называются **лиофильными** (для водных растворов — **гидрофильными**). Поверхностный уплотненный слой растворителя и заряд коллоидных частиц обуславливают совместные причины устойчивости лиофильных коллоидных растворов.

Для лиофобных коллоидных растворов основной причиной устойчивости является заряд частиц. Если тем или иным способом частицы лиофобного коллоидного раствора лишить заряда, то произойдет разрушение коллоидного раствора. Это может быть достигнуто введением в раствор таких ионов, которые, с одной стороны, несут заряд, противоположный заряду коллоидных частиц, а с другой — легко адсорбируются поверхностью этих частиц. По мере адсорбции заряд коллоидных частиц будет падать до значения, которое не будет препятствовать столкновению частиц, в результате

чего произойдет их слипание и они выпадут в осадок. Такой процесс называется **коагуляцией** коллоидного раствора, а осажженный коллоидный раствор называется **коагулятом**.

Например, если к коллоидному раствору гидроксида железа (III) — $\text{Fe}(\text{OH})_3$, частицы которого, как было показано, несут положительный заряд, добавить раствор щелочи, то за счет адсорбации ионов OH^- можно понизить заряд коллоидных частиц и вызвать их коагуляцию. В этом случае щелочь выступает в роли **коагулянта**, т. е. вещества, вызывающего коагуляцию коллоидного раствора. Поскольку каждая коллоидная частица содержит очень много атомов, коагуляцию можно вызвать добавлением относительно небольшого количества коагулянта.

Добавляя электролит, ионы которого хорошо адсорбируются на коллоидных частицах, можно вызвать перезарядку последних, вследствие чего коллоидный раствор снова станет устойчивым. Например, добавлением избыточного количества щелочи к коллоидному раствору гидроксида железа можно вызвать появление на частицах отрицательного заряда, и коллоидный раствор снова делается устойчивым.

Коагуляцию можно вызвать не только добавлением раствора электролита, но и другого коллоидного раствора, частицы которого несут противоположный заряд. Возможность взаимной коагуляции необходимо предусматривать при смешении двух коллоидных растворов.

В лиофильных коллоидах коагуляция не может быть вызвана введением в раствор ионов, поскольку устойчивость лиофильных коллоидов связана не только с наличием заряда у коллоидных частиц, но и с образованием вокруг них уплотненного слоя растворителя. В этом случае для коагуляции раствора необходимо добавить такие вещества, которые способны отнимать растворитель от коллоидных частиц. В водные растворы можно добавлять какую-нибудь соль или спирт, молекулы которых хорошо гидратируются и отнимают воду от коллоидных частиц. Иногда в особо лиофильных коллоидах удается вызвать коагуляцию нагреванием.

Типичным примером коллоидных систем являются коллоидные растворы кремниевых кислот, которые образуются при действии

кислот на растворимые силикаты, например силикат натрия Na_2SiO_3 . Иногда такой коллоидный раствор коагулирует сразу при получении, в других случаях получается так называемый **золь** (текучий коллоидный раствор), который можно заставить коагулировать, например, нагреванием. При коагуляции этого коллоидного раствора (золя) образуется студнеобразное вещество — **гель** состава $x\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$. Такие гели часто получаются даже при небольшом, по отношению к количеству воды, количестве вещества, образующего коллоидные частицы. Для кремниевой кислоты это соотношение составляет 1 моль SiO_2 на несколько сот моль H_2O .

Гели. *Дисперсные системы*, обладающие некоторыми свойствами твердых тел благодаря особенностям своего внутреннего строения. В гелях *дисперсная фаза* образует пространственную структуру, а дисперсионная среда (газ или жидкость) располагается в ячейках этой структуры. Многие гели представляют собой осадки, образовавшиеся после коагуляции *лиофильных коллоидных растворов*. Например, коллоиды кремниевой кислоты образуют гели с большим количеством воды. Высушенные гели этой кислоты, называемые силикагелем, являются хорошим адсорбентом.

За счет теплового движения молекулы растворителя, окружающие коллоидные частицы, могут отделяться от последних, в результате чего эти частицы мало-помалу слипаются, гель как бы съеживается и от него отделяется растворитель (например, вода). Такой процесс называется **синерезисом**. Следовательно, гель — неустойчивая система, обнаруживающая тенденцию к самопроизвольной потере растворителя. Процесс отделения растворителя усиливается при нагревании.

Если после коагуляции коллоидного раствора прошло немного времени, то удастся провести обратный процесс перевода коагулята в коллоидный раствор. Такой процесс называется **пептизацией**. Представим, что коллоидные частицы слиплись, образуя коагулят, но не утратили индивидуальности. Если теперь к коагуляту прибавить электролит, который адсорбируется коллоидными частицами, то на них появятся одноименные заряды, между ними возникнут силы отталкивания, и частицы смогут оторваться друг от друга.

Однако обычно, если коагулят хранился длительное время, между частицами возникают достаточно прочные связи, их индивидуальность теряется, и процесс пептизации становится невозможным.

Разнообразные методы получения коллоидных систем в большинстве случаев можно отнести к двум группам процессов.

Дисперсионные — при которых коллоидные частицы получают дроблением более крупных частиц, что часто достигается механическим способом на так называемых “коллоидных мельницах”.

Конденсационные сводятся к выбору химической реакции и условий синтеза, при которых образуются коллоидные частицы вещества, не растворимого в данной среде. При этом размеры частиц образующегося вещества зависят от соотношения скоростей двух процессов: возникновения зародышей твердого тела и их роста. Если скорость роста зародышей значительно больше скорости их возникновения, то в ходе такого процесса частицы твердого тела будут достигать крупных размеров. Если же, наоборот, скорость возникновения зародышей значительно больше скорости их роста, то могут образоваться чрезвычайно мелкие частицы твердого тела, в том числе коллоидных размеров. Подбор условий для получения коллоидного раствора сводится к тому, чтобы управлять скоростью этих двух процессов. Быстрые процессы осаждения часто приводят к получению частиц коллоидных размеров. При этом могут использоваться любые разновидности химических реакций: гидролиз, обмен, окислительно-восстановительные и др.

Коллоидные растворы мы часто наблюдаем в природе, встречаем в быту и в производственной практике. Такие важные для жизни системы, как плазма крови, молоко, белок и желток куриного яйца, клеточный сок растений представляют собой коллоидные растворы. Пищевой студень — это гель желатина (белка, вывариваемого из костей и мяса). Он же составляет основу столярного клея и некоторых других клеев. Природные воды, кроме истинно растворенных веществ, содержат и коллоидную составляющую. Так, последние исследования показывают, что золото содержится в морской воде в виде коллоидного раствора, что создает большие трудности при попытках его выделения.

С образованием коллоидных растворов (часто — нежелательным) приходится сталкиваться при проведении ряда производственных процессов, например при получении металлов электролизом расплавов их солей. Если металлические магний и кальций легко получить электролизом расплавов их хлоридов, то металлический барий получить таким же способом не удастся: металл выделяется на катоде не как однородный расплав, а в виде коллоидного раствора, частицы которого диффундируют к аноду и там окисляются.

Некоторые широко используемые в технике материалы также представляют собой коллоидные растворы. Так, используемое в фотографии рубиновое стекло — это твердый коллоидный раствор золота в стекле, а желтые фотографические светофильтры — коллоидный раствор серебра в стекле.

Коллоидные растворы часто образуются при проведении реакций обмена между растворами неорганических веществ (мы видели это на примере золя или геля кремниевой кислоты). Кроме того, коллоидные растворы могут образовываться при осаждении некоторых сульфидов, гидроксидов и других соединений, что необходимо учитывать при проведении такого рода реакций в аналитической химии. Например, при промывании осадка на фильтре предпочтительно использовать не чистую воду, а раствор какого-либо вещества, препятствующего образованию коллоидного раствора, — иначе вещество осадка, образовав с чистой водой коллоидный раствор, пройдет через фильтр.

Процессы в живых организмах, многие производственные процессы, в частности в полиграфии, образование минералов в природе так или иначе связаны с коллоидным состоянием вещества.

1.3.3. Когезия, адгезия, золи, гели

Процессы *склеивания*, а также покрытия пленками различных поверхностей обусловлены **когезией, адгезией и аутогезией** веществ, в основном *высокомолекулярных соединений*. Эти процессы играют весьма важную роль при производстве различных материалов. Основные *физико-химические свойства* большинства

материалов во многом зависят от характера этих явлений. Например, свойства *древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит, древесных пластиков, бумаг и картонов, фанеры, литых изделий из бумажной массы* и других изделий зависят от степени *прочности связей* между элементами материала фабриката (адгезии и аутогезии) и прочности самих элементов (когезии). Получение *прорезиненных тканей, клеенок, дерматина, искусственной кожи, различных дублированных материалов* также связано с процессами прилипания и склеивания. Прочность сцепления *лаковых, олифовых и эмалевых покрытий с поверхностью древесины* также обусловлена явлениями прилипания и склеивания.

Эти явления во всем их многообразии наиболее часто встречаются при изготовлении различных *материалов на волокнистой основе* (волокнистые плиты, бумага, картоны, толь, рубероид, текстолит и др.). Производство этих материалов — сложный комплекс *адгезионных явлений, коагуляционных процессов* и явлений, связанных с пленкообразованием и структурированием склеивающих веществ.

В процессе изготовления таких материалов широко используют различные волокна, стружки, опилки, крупные древесные частицы в воздушно-сухом и сильно *гидратированном состоянии* и даже в виде *водных суспензий*. Кроме того, применяют *склеивающие и связующие вещества: гидрофильные и гидрофобные, низко- и высокомолекулярные, коллоидные* и др.

Знание физико-химических свойств используемого сырья и склеивающих веществ в самых различных состояниях позволяет на примере рассматриваемой технологии с достаточной полнотой понять механизм *явлений прилипания и склеивания* и выявить основные закономерности, присущие этим процессам.

Когезия. Поверхностное натяжение различных *конденсированных тел* на границе с газом непосредственно связано с *межатомным и межмолекулярным взаимодействием в конденсированной фазе*. Взаимодействие (сцепление) молекул, атомов, ионов внутри одной фазы (*гомогенной части системы*) называют *когезией*. В целом когезия обусловлена теми же силами притяжения различной

природы и определяет существование веществ в *конденсированном состоянии*. *Когезионные силы* иногда называют *силами аттракции (притяжения)*.

Количественные характеристики когезионного взаимодействия следующие. *Работа когезии* определяется затратой энергии на обратимый изотермический разрыв тела по сечению, равному единице площади. Так как при разрыве образуется поверхность в две единицы площади, то работа когезии равна удвоенному значению поверхностного натяжения на границе с газом:

$$W_{\text{к}} = 2\sigma. \quad (1.1)$$

Применительно к *идеальному твердому телу* (отсутствие дефектов структуры) величину $W_{\text{к}}$ часто называют *прочностью на разрыв* или *когезионной прочностью*. Реальные тела из-за наличия дефектов структуры имеют значительно меньшую (иногда в сто и тысячу раз) прочность.

Когезия отражает *межмолекулярное взаимодействие внутри гомогенной фазы*, поэтому ее могут характеризовать также такие параметры, как *энергия кристаллической решетки, внутреннее давление, энергия парообразования, температура кипения, летучесть* (определяемая *равновесным давлением пара над телом*) и др. Эти же параметры количественно характеризуют поверхностное натяжение тел на границе с газом.

Внутреннее давление жидкостей можно оценить согласно уравнению Ван-дер-Ваальса. *Молекулы в жидкостях* находятся значительно ближе друг к другу, чем в *газах*, и *ван-дер-ваальсовы силы межмолекулярного взаимодействия* в них являются преобладающими, что и определяет *жидкое агрегатное состояние*.

В уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных газов

$$(p + a/V^2)(V - b) = RT \quad (1.2)$$

(где p — внешнее давление; V — мольный объем газа; a — постоянная, характеризующая межмолекулярное взаимодействие; b — постоянная, отражающая собственный объем моля молекул) входит *внутреннее давление*, определяемое соотношением

$$p_{\text{вн}} = a / V^2. \quad (1.3)$$

Поскольку *молярный объем жидкостей* при нормальных условиях в тысячи раз меньше молярного объема газов, то соотношение a / V^2 для жидкостей в миллион раз больше, чем для газов. Это значит, что внутреннее давление $p_{\text{вн}}$ в жидкостях очень велико, и поэтому можно пренебречь внешним давлением в уравнении Ван-дер-Ваальса. Тогда уравнение состояния для жидкостей можно записать в виде:

$$A(V - b)/V^2 = RT \text{ или } p_{\text{вн}} = RT/(V - b). \quad (1.4)$$

Точную информацию о *когезии и поверхностном натяжении* можно получить из *термодинамических характеристик тел*, связанных с *энергией парообразования*. В процессе *испарения вещества* происходит полный разрыв *межмолекулярных связей*, поэтому работа когезии определяется *энтальпией парообразования*

$$\Delta H_{\text{п}} = \Delta G_{\text{п}} + T\Delta S_{\text{п}}, \quad (1.5)$$

где $\Delta G_{\text{п}}$ — изменение энергии Гиббса при парообразовании; $\Delta S_{\text{п}}$ — изменение энтропии при парообразовании.

Энтальпия парообразования твердых тел равна энергии кристаллической решетки. В условиях равновесия между конденсированной и паровой фазами при $p = \text{const}$ и $T = \text{const}$ $\Delta G_{\text{п}} = 0$, следовательно:

$$\Delta H_{\text{п}} = T\Delta S_{\text{п}}. \quad (1.6)$$

Отсюда следует: чем больше *энтальпия парообразования*, т. е. больше работа когезии, а значит и поверхностное натяжение, тем больше его энтропия.

Кроме того, чем больше *работа когезии* (больше *поверхностное натяжение*), тем меньше *давление насыщенного пара над веществом* при данной температуре (меньше *летучесть*).

Величина ΔS_0 , отнесенная к 1 моль вещества, имеет приблизительно одинаковое значение для многих *неассоциированных жидкостей* (правило Трутона), равное 85–90 кДж/(моль · К). Таким образом, когезию таких жидкостей (и поверхностное натяжение) можно

оценивать и сравнивать по *температуре кипения и энтальпии (теплоте) парообразования* при температуре кипения.

Когда речь идет об *избыточной поверхностной энергии на границе раздела фаз, о нескомпенсированных силах поверхностных молекул и атомов* и другом их физическом состоянии (поверхностное натяжение) по сравнению с состоянием молекул и атомов в объеме фаз (когезия), то в первую очередь отмечается *особенность термодинамического состояния веществ в поверхностных слоях*. Эта особенность в каждом отдельном случае проявляется в *ненасыщенности определенных физических сил и химических связей*, характерных для конденсированных фаз, а для твердых тел поверхностные свойства зависят также и от типа кристаллических решеток. Естественно, *свойства поверхности непосредственно отражают природу ионов, атомов и молекул, находящихся на ней*.

Для жидкостей и большинства твердых тел когезионные силы выражаются в *межмолекулярном взаимодействии*, обусловленном *ван-дер-ваальсовыми (водородными) связями*. Оно отличается от *химического взаимодействия* отсутствием специфичности и *насыщаемости*, небольшими энергиями, проявлением на значительно больших расстояниях. Разрыв таких связей приводит к формированию поверхности, обладающей перечисленными особенностями, т. е. способностью образовывать ван-дер-ваальсовы связи с молекулами, попадающими на эту поверхность.

При разрушении *твердых тел*, имеющих *атомную кристаллическую решетку (кристаллы углерода, германия, кремния и др.)*, *разрываются ковалентные связи*. Реакционная способность атомов на поверхности таких тел чрезвычайно велика. В условиях вакуума они способны образовывать между собой *двойные связи*, а на воздухе чаще всего реагируют с *кислородом*, образуя на поверхности *оксидные пленки*. У ионных кристаллов распределение электрического заряда на поверхности значительно отличается от его распределения в объеме. В результате *реакционная способность поверхности* повышена к ионам противоположного заряда.

Из изложенного следует непосредственная взаимосвязь *поверхностных свойств тел с их объемными свойствами*. Разные

кристаллические структуры резко отличаются по свойствам, в том числе и по энергии когезионных связей. Прослеживается уменьшение этой энергии в ряду *кристаллов: ковалентные > ионные > металлические > молекулярные (ван-дер-ваальсовы)*. Кроме того, *химическая и кристаллографическая структуры* различных граней одного и того же кристалла могут существенно различаться. Более *плотная упаковка атомов* отвечает меньшей поверхностной энергии Гиббса данной грани и соответственно меньшей ее реакционной способности.

Для большинства твердых веществ *химические связи* имеют промежуточный характер. Например, *оксиды металлов* в зависимости от *природы металла, степени окисления* могут иметь различные доли ионной и ковалентной связей. Отсюда и неоднозначность реакционной способности поверхности.

Состав и *структура твердых поверхностей* зависят от условий их образования и последующей обработки. Так, поверхности оксидов в момент образования проявляют более высокую химическую активность, чем после выдержки на воздухе, особенно при высоких температурах. Значительное влияние на свойства поверхности оксидов оказывает предварительное взаимодействие с *парами воды*. Например, на поверхности *алюмосиликатов* изменяется количественное соотношение между *бренстедовскими и люисовскими кислотными центрами*. *Кислота*, которая может принять электронную пару для образования ковалентной связи, в результате присоединения молекул воды переходит в кислоту, способную отдавать протон. Термообработка приводит к обратному процессу. *Гидроксильные группы* на поверхности смешанных оксидов также проявляют разную реакционную способность. Например, *ОН-группы* на поверхности *алюмосиликата* могут связываться с *атомом кремния, с атомом алюминия и с катионом щелочного металла*. Кроме того, на реакционной способности гидроксильных групп сказывается взаимное влияние смешанных оксидов.

Адгезия, смачивание и растекание относятся к *межфазным взаимодействиям*, которые происходят между конденсированными фазами. *Межфазное взаимодействие*, или взаимодействие между

приведенными в контакт поверхностями конденсированных тел разной природы, называют *адгезией* (прилипанием). Адгезия обеспечивает между двумя телами соединение определенной прочности, обусловленное *межмолекулярными силами*.

Различают *адгезию* между *двумя жидкостями*, между *жидкостью и твердым телом* и между *двумя твердыми телами*. Очевидно, что смачивание и растекание предполагают наличие хотя бы одной из фаз в *жидком состоянии* и обусловлены *адгезионным взаимодействием*. Адгезии между двумя твердыми телами почти всегда способствует предварительный перевод хотя бы одной из фаз в жидкое состояние для увеличения интенсивности молекулярно-кинетического движения и осуществления необходимого контакта. Поэтому, как правило, *адгезия и смачивание сопровождают друг друга* и соответствующим образом характеризуют межфазное взаимодействие.

Из-за сложности протекающих процессов рассматриваемые в данном разделе межфазные явления до сих пор недостаточно изучены. Поэтому основное внимание будет уделено системам, в которых имеется хотя бы одна жидкая фаза, что позволяет обеспечивать равновесные обратимые условия и соответственно использовать термодинамические соотношения.

Адгезия — результат стремления системы к уменьшению *поверхностной энергии*. Поэтому адгезия является самопроизвольным процессом. *Работа адгезии* W_a , характеризующая прочность *адгезионной связи*, определяется работой обратимого разрыва адгезионной связи, отнесенной к единице площади. Она измеряется в тех же единицах, что и поверхностное натяжение (Дж/м^2). Полная работа адгезии, приходящаяся на всю площадь контакта тел S , равна:

$$W_s = W_a S.$$

Для получения соотношения между работой адгезии и поверхностными натяжениями взаимодействующих компонентов, представим себе две конденсированные фазы 2 и 3, имеющие поверхности на границе с воздухом 1, равные единице площади. Это могут быть две жидкости или жидкость и твердое тело. Для упрощения вывода

будем считать, что они взаимно нерастворимы. При совмещении этих поверхностей, т. е. при нанесении одного вещества на другое, происходит адгезия. Так как система останется *двухфазной*, то возникнет межфазное натяжение, равное $\sigma_{2,3}$. В результате *первоначальная энергия Гиббса* системы уменьшается на величину, равную работе адгезии:

$$\Delta G + W_a = 0 \quad \text{или} \quad W_a = -\Delta G. \quad (1.7)$$

Для начального и конечного состояний системы

$$G_{\text{нач}} = \sigma_{2,3} + \sigma_{3,1} \quad \text{и} \quad G_{\text{кон}} = \sigma_{2,3}. \quad (1.8)$$

Таким образом, изменение энергии Гиббса системы в процессе адгезии запишется в виде

$$\Delta G = G_{\text{кон}} - G_{\text{нач}} = \sigma_{2,3} - \sigma_{2,1} - \sigma_{3,1} \quad \text{или} \quad W_a = \sigma_{2,1} + \sigma_{3,1} - \sigma_{2,3}, \quad (1.9)$$

здесь $\sigma_{2,1}$, $\sigma_{3,1}$, $\sigma_{2,3}$ — соответственно поверхностное натяжение второго и третьего тела на границе с газом и межфазное натяжение на границе второго тела с третьим.

Это уравнение называется уравнением Дюпре. Оно отражает закон сохранения энергии при адгезии. Из него следует, что работа адгезии тем больше, чем больше поверхностные натяжения исходных компонентов и чем меньше конечное межфазное натяжение. В то же время чем больше работа адгезии, т. е. *межфазное взаимодействие*, тем меньше межфазное натяжение. Межфазное натяжение станет равным нулю, когда исчезнет межфазная поверхность, что происходит при полном растворении фаз.

Таким образом, условие растворения состоит в том, что работа адгезии между взаимодействующими телами должна быть равна или больше среднего значения суммы их работ когезии.

Межфазное натяжение зависит и от температуры. Если с повышением температуры взаимная растворимость фаз повышается, то межфазное натяжение уменьшается. Если же *взаимная растворимость фаз* с повышением температуры уменьшается, то межфазное натяжение увеличивается. Так как уменьшение межфазного натяжения сопряжено с тенденцией к выравниванию *состава фаз*, то оно может снизиться до нуля при достижении верхней или

нижней *критической температуры*, т. е. при полном *взаимном растворении фаз*.

От работы адгезии необходимо отличать *адгезионную прочность* W_{Π} — работу, затраченную на разрушение адгезионного соединения. Эта величина отличается тем, что в нее входит как работа разрыва межмолекулярных связей (работа W_a), так и работа, затраченная на деформацию компонентов адгезионного соединения (работа деформации $W_{\text{деф}}$):

$$W_{\Pi} = W_a + W_{\text{деф}}.$$

Очевидно, чем прочнее адгезионное соединение, тем в большей степени подвергаются деформации компоненты системы к моменту ее разрушения. Работа деформации иногда может превышать обратимую работу адгезии в несколько раз. С ростом скорости приложения нагрузки на систему роль деформации возрастает.

Процесс образования адгезионной связи обычно делят на *две стадии*. На первой, так называемой *транспортной стадии*, происходит перемещение *молекул адгезива (клеющего вещества, связующего)* к *поверхности субстрата* (тело, на которое наносится адгезив) и их определенное ориентирование в межфазном слое, в результате чего обеспечивается тесный контакт между *молекулами и функциональными группами молекул адгезива и субстрата*. Протеканию первой стадии процесса адгезии способствуют *повышение температуры и давления*, а также перевод одной из фаз (обычно адгезива) в жидкое состояние *растворением или плавлением*. Более тесный контакт между адгезивом и субстратом достигается после *тщательной очистки взаимодействующих поверхностей*.

Вторая стадия адгезии заключается в непосредственном *взаимодействии адгезива и субстрата*, которое может быть обусловлено различными силами — от *ван-дер-ваальсовых до химических*. *Силы ковалентных связей* начинают действовать на расстояниях между атомами и молекулами, не превышающих 0,5 нм. Действие *ионных и ван-дер-ваальсовых сил* проявляется на более дальних расстояниях — приблизительно от 1 до 100 нм. При этом четко видна необходимость первой стадии процесса адгезии. *Межмолекулярным взаимодействием* контактирующих фаз завершается процесс

адгезии, что соответствует минимальной межфазной (поверхностной) энергии. При *склеивании твердых тел* на этой стадии происходит затвердевание адгезива. Затвердевание наиболее трудно поддается количественному описанию.

Различают *несколько механизмов* (и соответственно *теорий адгезии*) в зависимости от природы взаимодействующих тел и условий, при которых происходит адгезия. *Механическая адгезия* осуществляется путем затекания в поры и трещины поверхности твердого тела жидкого адгезива, который затем затвердевает, обеспечивая механическое зацепление с твердым телом. Согласно *молекулярному (адсорбционному) механизму* адгезия возникает под действием *межмолекулярных ван-дер-ваальсовых сил и водородных связей*. Для такой адгезии приложимо известное правило сходства веществ по полярности: чем ближе по полярности адгезив и субстрат, тем более прочен контакт между ними. *Электрическая теория* связывает адгезию с возникновением *двойного электрического слоя* на границе раздела между адгезивом и субстратом. Отслаивание, как и раздвижение обкладок конденсатора, вызывает увеличение разности электрических потенциалов, которое обуславливает прочность адгезионного контакта. *Диффузионный механизм* предусматривает *взаимное проникновение молекул и атомов в поверхностные слои взаимодействующих фаз*. Процесс диффузии приводит как бы к размыванию границы раздела фаз, взаимному их *растворению в местах контакта*. Отдельно выделяется механизм, обусловленный *химическим взаимодействием при адгезии*. В конкретных условиях один из механизмов может преобладать, чаще же механизм адгезии является смешанным.

Золи (*лиозоли, коллоидные растворы*) — *высокодисперсные коллоидные системы с жидкой дисперсионной средой*. Частицы дисперсной фазы золь вместе с окружающей их сольватной оболочкой из молекул (ионов) дисперсионной среды называются мицеллами. Они свободно и независимо друг от друга участвуют в броуновском движении и равномерно заполняют весь объем дисперсионной среды. Размер частиц лиозоля обычно составляет 10^{-7} – 10^{-5} см. Золи с *водной дисперсионной средой* называются

гидрозолями, с органической средой — органозолями; последние различают по химическому составу среды: бензозоли, алкозоли, этерозоли и др. В соответствии с общей классификацией дисперсных систем золи делят на лиофильные и лиофобные. Мицеллы лиофильных зольей — ассоциаты (полимолекулярные агрегаты), состоят из десятков и сотен дифильных молекул, которые находятся в термодинамическом равновесии с неассоциированными молекулами. В гидрозолях мицеллообразующих (мылоподобных) ПАВ простейшие мицеллы — сферические образования, имеющие ядро из гидрофобных радикалов и внешний слой из полярных гидрофильных групп. В лиофобных зольях (термодинамически неравновесных и потому требующих стабилизации) ультрамикроскопические аморфные или кристаллические агрегаты из молекул нерастворимого в данной среде вещества окружены адсорбционно-сольватным слоем, включающим n молекул вещества-стабилизатора. В гидрозолях, стабилизированных электролитами, агрегаты защищены от коагуляции двойным электрическим слоем.

При коагуляции или повышении концентрации (увеличении степени объемного заполнения системы частицами дисперсной фазы) золи превращаются в гели. Леофильными зольями являются мицеллярные растворы различных типов, многие водные растворы биополимеров, лиофобными — органо- и гидрозоли металлов, синтетические латексы.

Гели в коллоидной химии — *дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой, в которых частицы дисперсной фазы образуют пространственную структурную сетку. Представляют собой твердообразные (“студенистые”) тела, способные сохранять форму, обладающие упругостью (эластичностью) и пластичностью. Типичные гели имеют коагуляционную структуру, т. е. частицы дисперсной фазы соединены в местах контакта силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через тонкую прослойку дисперсионной среды. Для них характерна тиксотропия, т. е. способность в изотермических условиях самопроизвольно восстанавливать свою структуру после механического разрушения. Такие гели образуются, например, при коагуляции зольей (коагели), пони-*

жении температуры или *концентрировании мицеллярных растворов мыл*, выделении новой *дисперсной фазы из пересыщенных растворов (лиогели)*. Гели могут возникать в виде рыхлых осадков либо образуют *структурную сетку* во всем объеме первоначально жидкой системы без нарушения ее макрооднородности. Гели с *водной дисперсионной средой* называются *гидрогелями*, с *углеводородной* — *органогелями*.

1.4. Основные химические и физико-химические процессы, используемые в полиграфии

1.4.1. Взаимодействие бумаги с жидкими средами

В технологических процессах изготовления конечного продукта (например, книги) бумага контактирует с различными *жидкостями*: *красками, лаками, увлажняющими растворами (в офсетной печати), клеями*. Для штатного протекания процессов печатания и некоторых видов послепечатной обработки необходимо, чтобы бумага *смачивалась* соответствующими красками, лаками и клеями, т. е. чтобы ее поверхность была *лиофильной* (соответственно при смачивании водой — *гидрофильной*, а *неполярными жидкостями*, в частности *маслами*, — *олеофильной*).

На границе раздела фаз жидкость/твердое тело проявляется поверхностное взаимодействие, которое называется адгезией. Ее можно охарактеризовать работой W_a отрыва жидкости от единицы площади поверхности раздела фаз. При таком отрыве исчезает единичная поверхность раздела фаз жидкость/твердое тело и возникают единичные поверхности раздела фаз жидкость/газ и твердое тело/газ. Согласно Дюпре:

$$W'_a = \delta_{\text{тв/г}} + \delta_{\text{ж/г}} - \delta_{\text{тв/ж}},$$

где δ_{ij} — поверхностное натяжение на соответствующей границе раздела фаз.

Полезная работа, совершаемая системой, равна убыли ее свободной энергии. При $p, T = \text{const}$

$$W' = -\Delta G,$$

где G — свободная энергия Гиббса.

В термодинамике полезной *работой* называют все виды работы, кроме работы расширения системы. *Молекулы на поверхности жидкости* имеют примерно в два раза меньше ближайших соседей, чем молекулы в глубине *объема жидкости*, поэтому *поверхностные молекулы* обладают избыточной энергией. В соответствии с принципом минимума энергии следует стремление жидкости уменьшить количество поверхностных молекул, т. е. уменьшить величину поверхности, если жидкости в этом не препятствуют какие-либо силы. И действительно, если скомпенсировать действие силы тяжести, то жидкость примет форму шара, так как он имеет минимальную поверхность при данном объеме. Потенциальная энергия жидкости в поле тяжести пропорциональна ее массе, а *избыточная энергия поверхностных молекул* пропорциональна площади поверхности жидкости S . Отношение V/S растет с увеличением *массы и объема тела*. При большом V/S основную роль играет “объемная” энергия: жидкость, налитая в сосуд, принимает форму с горизонтальной верхней поверхностью, соответствующую минимальной высоте центра тяжести. Однако при малом V/S на первый план выходят силы поверхностного натяжения.

Следовательно, *коэффициент поверхностного натяжения* численно равен работе, которую нужно затратить для увеличения площади поверхности раздела фаз на единицу, или избыточной свободной энергии единицы площади поверхности.

Явление *смачивания* наблюдается на границе трех фаз: газ–ж–тв или ж₁–ж₂–тв (избирательное смачивание, рис. 1.23). Смачивание характеризуется краевым углом смачивания θ . Следует помнить, что θ , рассчитываемый по значениям силы поверхностного натяжения σ , относится к термодинамическому равновесию (в отсутствие равновесия необходимо учитывать и другие силы, действующие в системе). Принципом единственности термодинамического равновесия для данных условий обусловлена единственность значения θ , которое определяется уравнением

$$\cos \theta = (\sigma_{т/г} - \sigma_{т/ж}) / \sigma_{ж/г}.$$

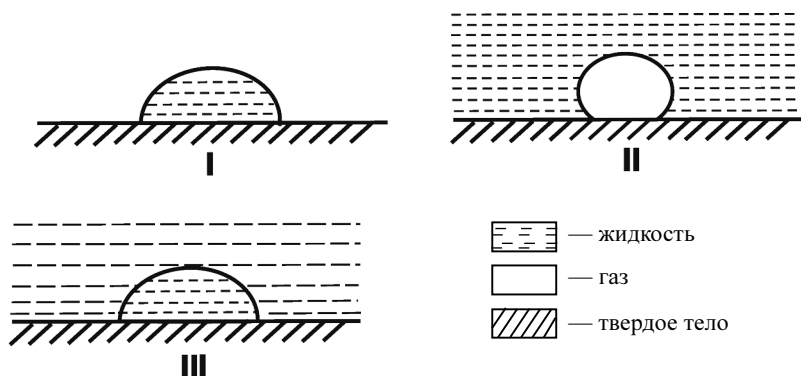


Рис. 1.23. Явления смачивания на границе трех фаз

В системах I типа краевой угол принято отсчитывать так, как показано на рис. 1.24.

Запишем уравнение Дюпре — Юнга:

$$W'_a = \sigma_{ж/г}(1 + \cos \theta).$$

Из него получаем следующие критерии:

$(W'_a \ll \sigma_{ж/г}) \rightarrow \theta \approx \pi$ — полное несмачивание;

$(W'_a \leq \sigma_{ж/г}) \rightarrow \theta \geq \frac{\pi}{2}$ — несмачивание (влохое смачивание);

$(W'_a > \sigma_{ж/г}) \rightarrow \theta < \frac{\pi}{2}$ — смачивание (хорошее);

$(W'_a \approx 2\sigma_{ж/г}) \rightarrow \theta \approx 0$ — полное смачивание.

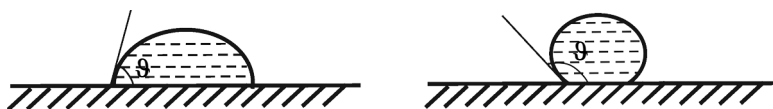


Рис. 1.24. Определение краевого угла в системах I

Межмолекулярное взаимодействие (*химическое или/и ван-дер-ваальсово*) внутри данной фазы обуславливает явление *когезии*. При разрыве жидкости или твердого тела образуется удвоенная поверхность раздела конденсированная фаза/газ. Поэтому работа когезии

$$W'_k = 2\sigma_{\text{к.ф/г}}.$$

На поверхности непроклеенной бумаги имеется большое количество *спиртовых групп целлюлозы*. Они могут связываться с водой *водородными и ван-дер-ваальсовыми связями*. Поэтому, несмотря на довольно высокое значение $\sigma_{\text{H}_2\text{O/возд}} = 72 \text{ мДж/м}^2$, вода хорошо смачивает бумагу (бумага гидрофильна).

Взаимодействие *ОН-групп целлюлозы* с неполярными молекулами масел более слабое, чем с полярными молекулами воды. Однако снижение адгезии компенсируется уменьшением когезии:

$$W'_{\text{к(масел)}} < W'_{\text{кH}_2\text{O}}.$$
 Поэтому и бумага смачивается маслами.

Но на смачиваемость бумаги существенно влияет *гидрофобизирующая проклейка*, которая блокирует *гидроксильные группы клетчатки* (и сами фибриллы) и приводит к *деполяризации поверхности бумаги*. В результате смачиваемость бумаги водой уменьшается (возрастает гидрофобность). Поэтому *степень проклейки* является важным параметром бумаги.

На современном этапе успехи и достижения в развитии технологических процессов в различных отраслях промышленности во многом зависят от результатов изучения различных химических систем, в том числе коллоидных. Развитие полиграфической отрасли, например, невозможно без применения *коллоидных растворов*. Коллоиды широко используются при производстве *красок, лаков, клеев* и т. д.).

Полиграфия — область техники, позволяющая с помощью технических средств выполнять тиражирование текстовых и графических материалов. Печать без красок и лаков невозможна. Именно поэтому большую роль в полиграфии играет химия коллоидных систем (*коллоидная химия*).

Печатная краска — это *гетерогенная коллоидная система*, состоящая из *высокодисперсных частиц пигментов* (*лаковых пигментов*),

равномерно распределенных и стабилизированных в *жидкой фазе связующего вещества*. Печатные краски относятся к основным расходным материалам полиграфического производства. Они используются для воспроизведения изображений на запечатываемых поверхностях и поэтому должны обладать соответствующими оптическими и печатно-техническими свойствами, обеспечивающими осуществление процессов печатания и закрепления на оттисках. Основными компонентами краски являются *пигмент (красящее вещество)* и *связующее*. Пигменты — *тонкодисперсные порошки* различных цветов, *не растворяющиеся в воде*. По происхождению они разделяются на природные и синтетические. Свойства пигментов определяют качество краски, технологические условия печатания и потребительские характеристики печатной продукции.

Свойства коллоидных растворов зависят от размеров частиц в дисперсной фазе. Малый размер частиц пигмента, или *высокая дисперсность*, важны по двум причинам. Во-первых, стабильность краски как *дисперсной системы* повышается с уменьшением размера частиц. Пределом диспергирования может быть дробление частиц до молекул, т. е. получение *истинного раствора*. Во-вторых, с уменьшением размеров частиц увеличивается их суммарная площадь внешней поверхности и, следовательно, уменьшается расход пигмента на окрашивание единицы запечатываемой поверхности: увеличивается интенсивность краски.

Способность пигмента *физико-химически* взаимодействовать со *связующими* определяется *структурными* и *адсорбционными свойствами* пигмента, а также его способностью *смачиваться связующим*, что также определяется параметрами *коллоидных растворов*. Все эти свойства условно характеризуются показателем, получившим название *маслоемкость*.

Маслоемкость — отношение минимальной массы масла (обычно льняного), необходимой для перевода пигмента в пастообразное состояние, к массе порошка пигмента.

Знание свойств коллоидных растворов необходимо и для качественного выбора связующего. В расширенном значении термин “связующее” означает *жидкую дисперсионную среду краски*. Изменяя

состав связующего, из *пигмента* можно приготовить *краску* для того или иного способа печати.

Требования, предъявляемые к связующему, следующие:

хорошая смачиваемость запечатываемого материала и обеспечение *краске вязкости*, необходимой по условиям конкретной технологии печатания;

невозможность *химических реакций с пигментом*, ухудшающих его свойства (прежде всего, оптические);

недопустимость *коррозии печатных форм* и других материалов, с которыми контактирует краска;

максимальная прозрачность, по возможности бесцветный или светлый цвет;

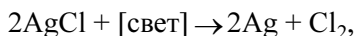
отсутствие *токсических свойств*.

1.4.2. Фотохимические процессы в полиграфии

В современной полиграфии достаточно широко используются различного рода *фотоматериалы*, для создания которых применяются *фотохимические процессы*.

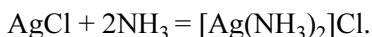
Термин “фотография” происходит от греческих слов “фото” — свет и “графо” — пишу. Таким образом, фотография в переводе на русский язык дословно означает светопись. В современном широком смысле фотография — это регистрация изображения на специальном материале (бумаге, пленке, пластинке).

Путь к современной фотографии был непростым и довольно длительным. Еще в 1727 г. немецкий химик Шульце обнаружил чувствительность солей *серебра* к свету. Эти соли темнели на свету, а в темноте оставались без изменения. Для регистрации света известный химик Шееле впервые использовал бумагу, на поверхность которой был нанесен *хлорид серебра*. Разложение хлорида серебра Шееле выразил схематическим уравнением



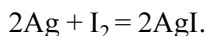
это уравнение считается вполне правомерным и на сегодняшний день.

Потемнение соли вызывается образующимся *металлическим серебром*. Участки бумаги, на которые попадал свет, темнели, а незасвеченные оставались неизменными. Шееле впервые предложил *способ закрепления (фиксации)* изображения, получающегося на засвеченных участках. Для этого он использовал раствор *аммиака*, который растворял *незасвеченный хлорид серебра* в соответствии с уравнением



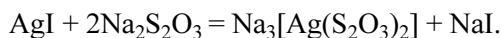
Поскольку хлорид серебра удалялся, то дальнейшее действие света на материал прекращалось.

Важный этап в развитии фотографического процесса связан с именем парижского художника-декоратора Дагерра. Сущность предложенного им процесса заключалась в следующем: отполированную *серебряную пластинку* вносили в *пары иода*. В результате на ее поверхности появлялся слой *иодида серебра*:



В результате длительного экспонирования на пластинке получалось слабое изображение (скрытое изображение), создаваемое *атомами металлического серебра*.

Затем пластинка помещалась в темную камеру, содержащую *пары ртути*. Ртуть взаимодействовала с металлическим серебром с образованием сплава — *амальгамы серебра*. Таким путем происходило усиление изображения за счет увеличения массы, т. е. проявление скрытого изображения. Поскольку на поверхности пластинки оставалось много AgI, то она продолжала быть светочувствительной. В 1839 г. для закрепления изображения стали применять раствор *тиосульфата натрия* ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Он с гораздо большей скоростью удалял с поверхности иодид серебра. В этом случае реакция протекала в соответствии с уравнением



Тиосульфат натрия в качестве закрепителя (фиксажа) используют и в настоящее время.

Несколько позднее англичанин Скотт-Арчер разработал способ изготовления *коллоидных фотоматериалов*. На стеклянную пластинку наносили слой эмульсии из *коллоксилина (эфира целлюлозы)* и *азотной кислоты* примерного состава $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$ в смеси со *спиртом*, в которую вводили растворимые в *спирте бромид и иодид натрия*. После частичного испарения растворителя пластинка также помещалась в раствор $AgNO_3$, и в результате в слое эмульсии образовывался однородный слой, содержащий смесь мелкодисперсных светочувствительных *кристаллов бромида и иодида серебра*.

Таким образом, благодаря многочисленным исследованиям, проведенным в различных лабораториях, к 80-м годам XIX столетия сформировался негативно-позитивный фотографический процесс.

В современной фотографии разработаны способы получения прямого позитивного изображения. Обращение негативного изображения в позитивное осуществляют двумя способами: в одном слое и в двух слоях с диффузионным переносом изображения в приемный слой. В свою очередь двухслойный способ реализуется в двух вариантах: “сухом” и “мокром”. В *фотоматериал* для черно-белого диффузионного процесса входят: *светочувствительный галогенид серебра*; *обрабатывающий раствор*, который содержит проявляющие и *комплексообразующие вещества*; материал-приемник. После экспонирования на свету все три указанных материала приводят в контакт. На экспонированных участках *светочувствительного слоя* в результате *химического проявления* образуется *металлическое серебро*. На неэкспонированных участках сохраняется *галогенид серебра*. Он растворяется при взаимодействии с *химическим реагентом* (например, с $Na_2S_2O_3$), и образующийся комплекс (в данном случае $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$) диффундирует в материал-приемник. Здесь он восстанавливается до металлического серебра, которое и создает позитивное изображение.

В “мокром” способе создания видимого изображения применяют *жидкие обрабатывающие растворы*. Они содержат проявляющее вещество, *тиосульфат натрия, щелочь, антиувалирующее вещество* и воду. Эти жидкие растворы подают извне в промежуток между *светочувствительным* и *принимающим* слоями.

В “сухом” способе используют *вязкие обрабатывающие растворы*. Они имеют тот же состав, что и растворы в “мокроем” способе, но содержат еще *загустители* — обычно *водорастворимые эфиры целлюлозы*. Вязкие обрабатывающие растворы помещают в полимерные микрокапсулы, которые включают в состав *фотоматериала*. После экспонирования фотоматериал пропускают между валиками, капсулы разрушаются, и раствор из них распределяется между *светочувствительным и приемным слоями*. При извлечении из фотоаппарата приемный материал отделяют от светочувствительного и наносят на него быстросыхающий стабилизирующий состав, образующий защитное глянцевое покрытие.

Таким образом, с химической точки зрения получение прямого позитивного изображения базируется на традиционных стадиях *фотографического процесса*.

1.4.3. Химические основы изменения цвета бумаги

В полиграфии широко используется изменение цвета или крашение бумаги. Применяется такой процесс на разных стадиях изготовления бумаги и для разных целей. Основа этого процесса — *химическое взаимодействие красителей с волокнами бумаги*, в результате чего образуются различного рода *химические соединения, ассоциаты или агрегаты* вследствие *химического или межмолекулярного взаимодействия*.

Рассмотрим этот процесс и его результаты более подробно. Прежде всего крашение бумаги проводят с целью увеличения ее *белизны* или *придания определенного цвета*. Процесс сложен из-за неоднородности бумажной массы, обусловленной различным содержанием *целлюлозы и лигнина*, которые неодинаково окрашиваются *красителями* одного и того же класса. Красители должны полностью фиксироваться волокнами бумаги, обладать *высокой растворимостью в воде*, давать однородные, яркие и интенсивные окраски, обладающие *свето- и водостойкостью*, а иногда и специальными свойствами (например, *масло- или щелочестойкостью*).

При крашении бумажной массы водный *раствор красителя или суспензию пигмента* приливают к предварительно размолотой массе

волокнистых материалов. Бумажную массу из *беленой целлюлозы* окрашивают преимущественно прямыми красителями; из *небеленой целлюлозы*, вследствие присутствия в ней значительного количества *лигнина*, не имеющего сродства к этим красителям, — лучше окрашивать *основными красителями* или смесями их с прямыми. Древесная бумажная масса и смеси ее с целлюлозой также хорошо окрашиваются *основными красителями* и некоторыми *катионными*, так как лигнин и его производные образуют с ними *нерастворимые соединения*.

Основные красители можно использовать и для крашения бумаги из *беленой целлюлозы*, но в этом случае необходимы *вспомогательные добавки, наполнители, синтетические смолы* и (или) другие вещества, осаждающие краситель на бумаге в виде *нерастворимых соединений*. Если требуется повышенная светостойкость окраски, особенно пастельных и средних тонов, для крашения бумаги применяют *синтетические органические пигменты*, которые используют в *тонкодисперсной форме* (размер частиц 2–3 мкм). Дешевые сорта картона и технических бумаг окрашивают *неорганическими природными и синтетическими пигментами* — *желтыми железooksидными, милори, ультрамарином* или другими, а также *смесями пигментов с водорастворимыми красителями* разных классов.

Для крашения бумаги в *черный и серые тона* применяют *водные дисперсии* технического *углерода (сажи)*, например пигмент *черный В*, а также *водорастворимый нигрозин*; глубокий *черный цвет* достигается при подцветке прямыми черными красителями. Чтобы улучшить *фиксацию пигментов* всех типов и кислотных красителей на волокне, в бумажную массу необходимо ввести специальную кислотную добавку, а также повышенные количества *канифолярного клея* и других *проклеивающих веществ*.

Для усиления эффекта белизны бумаги бумажную массу подцветывают (подсинивают). Используемые для этого красители и пигменты должны максимально отражать *сине-фиолетовую часть спектра* и поглощать *желтовато-оранжевую*. Этим требованиям отвечают красители и пигменты *синих и фиолетовых цветов* — *основ-*

ные, кислотные трифенилметановые, фталоцианиновые. Для получения большего эффекта употребляют смеси указанных красителей и пигментов. Широко применяют и оптические отбеливатели, которые для усиления эффекта можно комбинировать с некоторыми красителями для подцветки. Следует отметить, что оптические отбеливатели непригодны для крашения бумажных масс, содержащих лингин.

Крашение поверхности бумаги проводят на бумагоделательных машинах, в которых бумага из рулонов протягивается системой валков через красильную ванну. Краситель за 5–10 с закрашивает поверхность бумажного полотна. Применяют *уксуснокислые растворы основных красителей, водные растворы кислотных и прямых красителей, суспензии тонкодисперсных пигментов.*

Основные красители обладают невысокой ровняющей способностью, но образуют интенсивные и яркие окраски. *Кислотные красители* не обладают сродством к целлюлозе и лигнину, они равномерно проникают в бумагу и обеспечивают высокую ровноту окраски, которая, однако, недостаточно водостойка. Для повышения водостойкости окраски требуется обработка бумаги *карбамидными смолами, глиноземом* и (или) *закрепителями* на основе производных дициандиамида. Прямые красители из-за большого сродства к целлюлозе используют редко. Для улучшения качества окраски можно употреблять смеси прямых и основных красителей одного тона. Крашение поверхности бумаги экономически и экологически выгоднее, чем крашение бумажной массы, так как в этом случае экономится до 30 % красителей и уменьшается количество окрашенных сточных вод.

В целом, *качество крашения* зависит от качества подготовки бумажной массы, соблюдения норм и правил приготовления красителей (*температурный режим, концентрация*), условий сушки, а также *квалификации (степени чистоты)* применяемых материалов.

1.4.4. Роль воды и ее свойств в полиграфических процессах

Обычная вода играет важнейшую роль в полиграфии вообще и в печатных процессах в частности. Везде — начиная от *изготовления*

бумаги, краски, увлажняющих растворов, качества полученных оттисков и т. д. — требуется вода. Именно от ее характеристики в значительной мере зависит *качество печатной продукции*. Рассмотрим основные из них.

При офсетной печати существенную роль играет так называемый *увлажняющий раствор*. Процесс печатания офсетным способом основан на устойчивом смачивании пробельных элементов на печатной форме увлажняющим раствором, а печатающих элементов — краской. При качественном растворе оттиски получаются более яркими, с чистыми цветами. Уменьшается брак от несовмещения изображений при последующих прогонах из-за коробления бумаги. Если необходимые пропорции между *увлажняющим раствором и краской (водно-красочный баланс)* не выдержаны, то нормальное качество оттисков не получить. Недостаточное увлажнение приводит к нарушению *гидрофилизации (смачивания)* печатной формы.

Смачивание — это поверхностное явление, наблюдаемое при контакте *жидкости с твердым телом* в присутствии третьей фазы — *газа (пара)* или другой *жидкости*, которая не смешивается с первой (так называемое *избирательное смачивание*). Характерная особенность смачивания — наличие линий контакта трех фаз (линий смачивания).

Основные *термодинамические характеристики смачивания*: равновесный краевой угол смачивания θ_0 ; работа адгезии W_a (адгезия — это способность сцепления двух разнородных тел на молекулярном уровне); теплота смачивания q_w . Равновесный краевой угол смачивания определяется наклоном поверхности жидкости (например, капли) к смоченной поверхности твердого тела, вершина угла находится на линии смачивания. Равновесный краевой угол определяется уравнением Юнга:

$$\cos\theta_0 = (\sigma_s - \sigma_{sl}) / \sigma_l,$$

где σ_s и σ_{sl} — соответственно *удельные свободные поверхностные энергии твердого тела* на границе с газом и в контакте со смачивающей жидкостью; σ_l — *поверхностное натяжение жидкости*.

При наличии на поверхности твердого тела тонких смачивающих пленок толщиной h краевой угол смачивания определяется, согласно теории Фрумкина–Дерягина, уравнением

$$\cos \theta_0 = 1 + (1/\sigma) \int_h^{\infty} \Pi dh,$$

где Π — расклинивающее давление.

Работа адгезии $W_a = \sigma_s + \sigma_l - \sigma_{sl}$ (уравнение Дюпре). Она характеризует работу, необходимую для изотермодинамического отделения слоя смачивающей жидкости с единицы поверхности твердого тела. Теплота смачивания $q_W = H_{sl} - H_s$, где H_{sl} и H_s — энтальпии, отнесенные к *единице поверхностей раздела твердое тело — жидкость и твердое тело — газ*. Ее называют также теплотой иммерсии (погружения).

Различают три варианта контактного взаимодействия жидкостей с поверхностью твердых тел:

- 1) несмачивание, $180^\circ > \theta_0 > 90^\circ$ (например, ртуть на стекле, вода на парафине);
- 2) ограниченное смачивание, $90^\circ > \theta_0 > 0^\circ$ (например, вода на оксидах металлов);
- 3) полное смачивание, капля растекается в тонкую пленку (ртуть на свинце).

Измеряемые на практике краевые углы θ часто отличаются от *термодинамически равновесных значений* θ_0 . Эти расхождения обусловлены, главным образом, дефектами поверхности твердого тела: шероховатостями (*микрорельеф*), *химической неоднородностью (гетерогенность)*, наличием пор, локальными деформациями вблизи линий смачивания (они достаточно заметны при смачивании тел с малыми модулями упругости). Шероховатость и другие *дефекты твердой поверхности* приводят к тому, что краевой угол смачивания зависит от условия формирования, например, при натекании жидкости на “сухую” подложку и при оттекании жидкости с предварительно смоченной поверхности; это — гистерезис смачивания. Краевые углы смачивания изменяются также со скоростью натекания жидкости.

Смачивание оказывает значительное влияние на многие технологические и природные процессы. *Смачивающие жидкости* образуют в *капиллярах* *вогнутые мениски*, благодаря чему жидкость поднимается на высоту $L = 2\sigma_l \cos \theta / \rho g r$ (ρ — плотность жидкости; g — ускорение свободного падения; r — радиус капиллярной трубки). При несмачивании образуется выпуклый мениск и имеет место капиллярная депрессия (опускание жидкости). От степени смачивания зависит пропитка и сушка *пористых материалов*. Методы регулирования смачивания основаны, главным образом, на изменении удельных поверхностных энергий σ_s и σ_{sl} , а также поверхностного натяжения жидкости σ_l .

Рассмотрим основные характеристики, по которым можно оценивать качество увлажняющего раствора. Основными определяющими факторами являются показатели: кислотности, жесткости и электропроводности воды.

Как указывалось ранее, величина pH (концентрация водородных ионов) является показателем щелочности или кислотности воды.

Эксперименты подтверждают, что в большинстве случаев *показатель pH увлажняющего раствора*, применяемого в офсетной печати, колеблется в пределах 4,8–5,5 (рис. 1.25). Даже небольшие отклонения от указанных значений показателя могут привести к существенным нарушениям в процессе печати.

Слишком кислый увлажняющий раствор обуславливает следующие негативные последствия:

- замедление процесса закрепления краски;

- окисление металлизированных печатных красок (золотых, серебряных и т. д.)*, которые в результате этого чернеют или темнеют;

- плохое затвердевание красочной пленки;

- нарушение равномерности подачи краски;

- нечеткое пропечатывание мелких элементов изображения и преждевременный износ печатных форм.

С одной стороны, избыток *щелочи в увлажняющем растворе* вызывает *химические реакции* в зоне непосредственного контакта *воды с краской*. Масла, содержащиеся в красках, распадаются и образуют мыла (*жирные кислоты*). Так как *молекулы*



Рис. 1.25. Благоприятное значение рН для офсетной печати

жирных кислот взаимодействуют не только с водой, но и с краской, они сильно снижают *межповерхностное натяжение* между водой и краской, которые частично смешиваются. В результате возможны следующие негативные последствия:

- “омыление” (сероватый оттенок) печатной краски, на валиках образуется состав “*краска в воде*” вместо требуемого “*вода в краске*”;
- эмульгирование печатной краски и наслоение ее на валиках;
- тенение пробелов печатной формы.

С другой стороны, щелочной раствор улучшает закрепление печатной краски.

Недостатком водопроводной воды, используемой для увлажнения раствора, иногда является излишняя *жесткость*, определяемая количеством соединений *кальция и магния в воде*. Показатель жесткости зависит от геологических характеристик и состава почвы, поэтому может различаться в разных географических зонах. Жесткость характеризуется показателем dH, соответствующим градусу жесткости по немецкой шкале. В зависимости от содержания *солей кальция и магния* различают несколько степеней *жесткости* воды: от очень мягкой — до очень жесткой. Как показала практика, вода с жесткостью примерно 5–12 dH не нарушает процесса офсетной печати (рис. 1.26).

Жесткость воды означает высокий процент содержания *гидрокарбоната кальция*. Это вещество может негативно влиять на процесс печати. Гидрокарбонат кальция образует нерастворимый



Рис. 1.26. Благоприятное значение dH для офсетной печати

известковый осадок белого цвета, который оседает на тех частях машины, куда попадает увлажняющий раствор. Кроме того, *ионы кальция и магния* часто вступают в реакцию с *жирными кислотами* и образуют *мыла*, которое могут оседать в виде жирного белого слоя на офсетной форме, накатных валиках, а также на валиках системы увлажнения. Проблемы при печатании могут быть вызваны также оседанием *солей кальция* и их скапливанием на офсетной резине и печатной форме. *Химический состав* компонентов увлажнения должен быть подобран таким образом, чтобы обеспечить максимальную *растворимость солей кальция и магния*.

Электропроводность воды определяется количеством ионов. Сама по себе она не влияет на характеристики увлажняющего раствора. Но, измеряя электропроводность, можно определить количество добавок, введенных в увлажнение для стабилизации кислотности и жесткости.

Обычная вода имеет высокий *показатель поверхностного натяжения*, поэтому смачивание офсетной формы будет лишь частичным. Добавляя специальные вещества, можно уменьшить поверхностное натяжение воды, а также снизить показатель межповерхностного натяжения. Вещества, оказывающие такое воздействие, называются смачивающими. Наиболее распространенными являются *изопропиловый* или *этиловый спирт*. Находят применение и разнообразные заменители спирта, которые не имеют никаких сходных с ним внешних признаков (запах, вкус и т. д.), но аналогичным образом влияют на поверхностное натяжение. *Бесспиртовые добавки более концентрированные, их следует добавлять не более 2–5 %*.

Обычно количество спиртовых добавок в увлажняющем растворе составляет от 5 до 25 % (рекомендуемое значение 10 %).

1.5. Химические основы качества полиграфических процессов и полиграфической продукции

Благодаря технологической революции в полиграфии меняется процесс производства печатной продукции: она стала более красочной, **повышается качество** и растет разнообразие выпускаемых изделий, улучшились оперативность, гибкость и управляемость производственного полиграфического процесса. К изделиям полиграфии относятся не только ежедневные газеты, но и упаковка товаров, крупноформатные плакаты на улице и в помещениях, красочные журналы, книги и справочники, каталоги и театральные программки и многое другое, с чем каждый из нас ежедневно сталкивается на работе и в быту. К изделиям полиграфии относятся и деньги, и ценные бумаги, без которых наше индустриальное общество не могло бы существовать и развиваться.

Полиграфическое исполнение издания подразумевает изготовление материального объекта с использованием ряда полиграфических процессов: допечатных, печатных (способы высокой, плоской, глубокой или трафаретной печати), брошюровочно-переплетных и отделочных. *Уровень полиграфического исполнения издания во многом определяет его качество.* Большую роль в этом отводится химии: растворы, металлы, сплавы, лаки, краски, клеи, химические процессы.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры. Практически для всех способов печати необходимы краски. Печатная краска — это *гетерогенная коллоидная система*, состоящая из *высокодисперсных частиц пигментов* (лаковых пигментов), равномерно распределенных и стабилизированных в *жидкой фазе* связующего вещества.

Как известно, пигменты — *тонкодисперсные порошки различных цветов*, не растворяющиеся в воде. По происхождению они

делятся на природные и синтетические. В качестве пигментов могут использоваться как органические вещества, так и минеральные. Однако минеральные пигменты для изготовления офсетных красок не используют.

Основные характеристики пигмента определяют по следующим показателям: цвет, интенсивность (красящая сила), размер частиц, смачиваемость, маслосмолность (условный показатель взаимодействия пигмента со связующим), *устойчивость к воздействию химических реагентов*, света, тепла.

От свойств связующего зависит поведение краски в процессе печати. Закрепление на запечатываемом материале — это первейший показатель качества печатных свойств краски. Затем следуют показатели раскатываемости и накатываемости на *печатные элементы формы, резинотканевые пластины и бумагу*.

В качестве *связующей основы* могут быть использованы *коллоидные растворы или растворы твердых смол в минеральных и растительных маслах*. Самые распространенные из них — *производные канифоли* и ее модификации с *фенолформальдегидными и алкидными смолами*. Обязательно используются и *растительные масла* в качестве одного из компонентов для получения растворов смол.

Чаще всего используют *композиционные связующие*, состоящие из *синтетических смол, высоковязких олиф, масел (нефтяных и растительных) и высококипящих органических растворителей*. Закрепление происходит благодаря свойствам входящих в них компонентов впитываться, испаряться с высвобождением твердой фазы и химического пленкообразования.

При контакте краски с бумагой также происходит ряд физико-химических процессов, определяющих качество печати. Так, для контакта необходимо небольшое давление, хотя при этом способе печати оно не имеет решающего значения, например, как при высокой печати. Восприятие краски бумагой можно рассматривать как спонтанный процесс всасывания краски капиллярами бумаги, прилипания краски к поверхности бумаги и удержания ее благодаря *силам смачивания*.

При контакте краски с печатной формой и бумагой смачивание и прилипание краски обеспечивает масляная основа. Частицы же пигмента в этом процессе участия не принимают, так как отделены в самой краске *адсорбционно-сольватными оболочками*.

Все новые и незнакомые краски до печати тиража необходимо подвергать *контролю качества* на соответствие техническим условиям и типовым эталонам. *Качество офсетных красок* оценивается по *адгезионно-когезионным* и *реологическим свойствам*, степени перетира, способности закрепляться на бумаге и стабильности красочной системы.

Увлажняющий раствор является *химически агрессивной средой* по отношению к *печатной краске, бумаге, печатной форме, валикам красочной и накатной системы и цилиндрам печатной конструкции*, поэтому все они должны быть устойчивы к воздействию *воды, спирта, кислоты и щелочи*.

Увлажняющий раствор взаимодействует со связующей основой печатной краски. Связующее вещество удерживает пигмент во взвешенном состоянии во избежание расслаивания краски, *не растворяет его и не вступает с ним в химическую реакцию*, так как это может привести к изменению цвета и печатных характеристик краски.

При печати применяются *увлажняющие растворы* с различным значением pH, а связующие вещества не должны взаимодействовать с ними. Увлажняющий раствор, согласно техническим условиям, представляет собой прозрачный или слабо окрашенный (для цветных красок) раствор, он обеспечивает прочное закрепление пигмента.

Под термином *качественное закрепление печатной краски* понимают процесс, при котором полученное на бумаге изображение не смазывается и не переносится на вышележащие листы.

Каждое связующее вещество по составу может сильно отличаться от другого, поэтому закрепление может происходить в результате *окислительной полимеризации*, впитывания, частичного *испарения растворителя и отфильтровывания твердой фазы*.

Процесс пленкообразования *растительных масел* (льняного, тунгового и др.) требует довольно длительного времени. Для

предупреждения отматывания и склеивания печатных оттисков в состав красок вводят некоторое количество *минеральных масел и растворителей* в виде растворов *смол, специальных паст*. Назначение добавок — обеспечить необходимую скорость закрепления краски на материале благодаря их быстрому впитыванию и испарению.

Основную роль в равномерном распределении краски и ее переносе на бумагу играют определенные соотношения *сил адгезии* (прилипание краски) и *когезии* (мощности внутреннего сцепления). В процессе печати **адгезия** должна в несколько раз превышать **когезию**.

При печатании “по сырому”, когда каждый последующий слой краски ложится на невысохший предыдущий слой, соотношение когезионных свойств обоих слоев получает решающее значение. Должно быть соблюдено условие, что ранее нанесенная краска имеет большую когезию (липкость), чем последующая, тогда будет возможна многокрасочная печать за один краскопрогон.

Специфика офсетной печати обусловила *сложный состав офсетных красок*, которые должны иметь особые признаки: *тиксотропию, высокую вязкость и липкость*. Для офсетной печати применяются сложные красочные аппараты.

При литографическом способе печати *рисунок* на печатную форму наносится специальной *краской* (тушью), изготовленной на основе *масел и жиров*, при помощи пера (для передачи тонких *штрихов*) или кисти (для передачи больших участков сплошного *тона*, т. е. для *плашек*). После нанесения рисунка поверхность камня должна быть обработана для образования *пробельных элементов*. Для этой цели *используют коллоидные растворы азотной кислоты и гуммиарабика или декстрина*. Способ литографского воспроизведения цветных изображений носит название *хромолитография*. Зернистая структура поверхности литографского камня разрешает использование до 20 различных *печатных красок* без опасности возникновения *муара* на *многокрасочном оттиске*. В настоящее время литография почти полностью вытеснена более совершенным способом плоской печати — *офсетной печатью*, и сохранила свое значение лишь для исполнения художественных *эстампов*.

Сегодня развитие химической и нефтехимической промышленности идет по пути разработок энергосберегающих, а также экологически ориентированных технологий, соответствующих все более повышающимся требованиям к защите окружающей среды. Одно из решений указанных задач — переход на *полимерные клеи, растворители или дисперсной средой* в которых является вода. При использовании *полимерных водных клеев* в различных отраслях промышленности отпадает необходимость в вентиляции и рекуперации растворителей, следовательно, значительно облегчается очистка сточных вод и снижается степень загрязнения окружающей среды. Применение *полимерных водных клеев* не только улучшает качество печатной продукции, но и резко снижает капитальные затраты на производство, значительно улучшает санитарно-гигиенические условия труда.

Поливиниловый спирт (ПВС) является одним из немногих термопластичных полимеров, используемых для производства полимерных водных клеев. Применение ПВС в качестве основы клеев обусловлено хорошими *адгезионными свойствами полимера*, что, в свою очередь, связано с наличием в молекуле ПВС *полярных гидроксильных групп*.

Глава 2

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящей главе, как и в последующих главах, мы не будем подробно описывать производство полиграфической продукции, технологии производства, способы печати и т. д. Это не входит в задачу данного издания. В основном мы старались отразить только те темы, в которых можно показать роль и значение “химической составляющей” в полиграфии: материалы, химические процессы и химические явления. “Химическая составляющая” в тексте выделяется курсивом.

2.1. Технологии полиграфической продукции (способы печати) и виды полиграфической продукции

Способом печати называется полиграфический процесс тиражирования печатного издания.

Основные способы печати отличаются принципами создания печатающих и пробельных элементов на печатной форме и методами передачи *печатной краски* с печатной формы на запечатываемый материал.

По определению **печатание (печать)** — это процесс переноса красящего вещества (печатной краски, тонера) с печатной формы на запечатываемый материал.

Печатная краска — это гетерогенная *коллоидная система*, состоящая из *высокодисперсных частиц пигментов*, равномерно распределенных и стабилизированных в *жидкой фазе связующего вещества*.

Печатная форма — это поверхность пластины, плиты или формного цилиндра, изготовленных из разных материалов (*светочувствительного слоя или фотополимера, металла, пластмассы, бумаги, пленки, фольги, дерева, литографского камня, сетки*), которая служит для образования и сохранения изображения в виде отдельных участков, воспринимающих *печатную краску* (печатающих элементов) и не воспринимающих ее (пробельных элементов). *Краска* с печатающих элементов должна легко переходить на запечатываемый материал (*бумагу, картон, пленку, стекло, жести* и др.) или на передаточное звено, например на офсетное полотно или на тампон, чтобы далее изображение было перенесено на запечатываемый материал.

У каждого способа печати есть характерные индивидуальные признаки.

В зависимости от **расположения печатных и пробельных элементов** на печатной форме можно выделить четыре основных способа печатания: высокий, глубокий, плоский (офсетный) и трафаретный.

Возможна также классификация и по другим признакам.

В зависимости от **агрегатного состояния** используемого красящего вещества можно выделить два способа печатания:

с использованием жидких красок различной вязкости;

с использованием *твердых, порошковых красящих веществ* — тонеров.

В зависимости от условий проведения самого процесса печатания также можно выделить два его способа:

1) контактный способ печатания, при котором печатная форма входит в контакт с поверхностью запечатываемого материала (или промежуточного звена) и *печатная краска* с печатной формы переходит на промежуточное звено или на запечатываемый материал; при этом способе между печатной формой (промежуточным звеном) с *красочным слоем* и запечатываемым материалом создается определенное давление, необходимое для перехода краски на запечатываемый материал;

2) бесконтактный способ печатания, при котором печатная форма не входит ни непосредственно, ни через промежуточное звено в контакт с запечатываемым материалом.

В современном понимании **печатание** — это многократное получение одинаковых изображений с заданными параметрами качества путем переноса *краски* с печатной формы (непосредственно или через промежуточную поверхность) на запечатываемый материал.

В настоящее время можно выделить следующие основные способы печати и их варианты:

- высокая;
- глубокая;
- плоская (офсетная);
- трафаретная;
- бесконтактная (цифровая) и др.

По сути, все эти способы печати являются разновидностями трех типов печати: высокой, глубокой и плоской.

Классическая **высокая печать с жестких печатных форм** является старейшим печатным процессом. Задолго до И. Гутенберга, который в середине XV века изобрел систему шрифтового набора, использовались клише, вырезанные из деревянных пластин.

Ксилография — способ высокой печати, для которого печатная форма с текстом и иллюстрациями вырезается на *доске*.

Как следует из названия способа высокой печати, передача текста и изображения на запечатываемый материал осуществляется с печатной формы, на которой печатные элементы расположены выше пробельных (рис. 2.1).

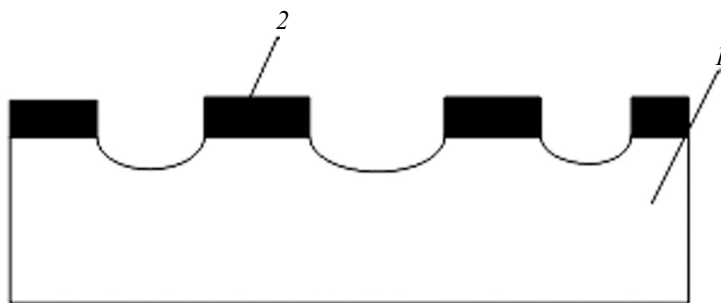


Рис. 2.1. Печатная форма высокого способа печати:
1 — печатная форма; 2 — красочный слой

При высокой печати краска наносится на поверхность выступающих печатных элементов. В результате соприкосновения с бумагой краска переходит на бумагу. Для полного ее перехода необходимо давление. До изобретения печатных машин для этой цели использовали прессы.

Очень долгое время высокая печать оставалась доминирующей. В последние же десятилетия высокая (типографская) печать все больше теряет свое значение, прежде всего из-за трудоемкости способов изготовления печатных форм. Флексографская печать — это единственный вид высокой печати, применение которого расширяется и в наши дни.

Флексография — способ прямой высокой ротационной печати красками, закрепляющимися на различных материалах, с применением эластичных печатных форм, которые могут быть установлены на формных цилиндрах с различной длиной окружности (рис. 2.2). Флексографию используют для печати на упаковках, пластиковых пакетах, при производстве этикеток.

Также флексография применяется при производстве одноразовой посуды, самоклеющихся материалов, конвертов, газет, обертки для конфет, упаковок для продуктов.

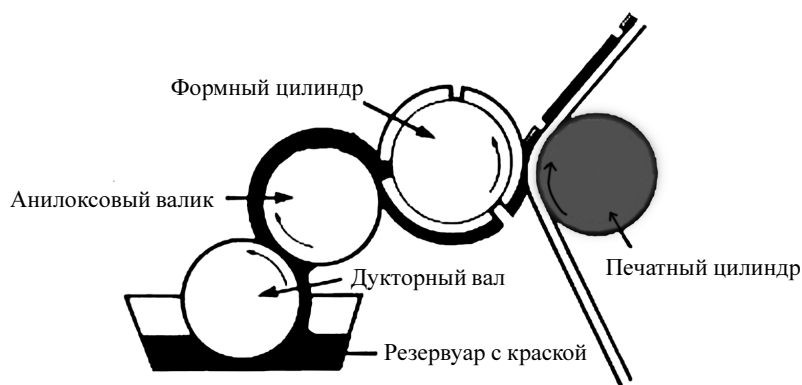


Рис. 2.2. Схема печатной установки для флексографской печати



Рис. 2.3. Схема осуществления процесса флексографской печати

В типичном флексографском цикле печатная основа подается в печатную машину с помощью вала. Изображение печатается по мере того, как основа пропускается через серию позиций, или печатных единиц. Каждая печатная единица отвечает за один цвет. Разнообразные тона и оттенки достигаются совмещением четырех основных красок. Это *фуксин, циан, желтый и черный*. Фуксин представляет собой красные тона, а циан — голубые.

В процессе флексографской печати выделяют главные составляющие операции (рис. 2.3):

- подготовка изображения;
- изготовление печатных форм, формные процессы;
- печатание;
- заключительный этап.

Флексографские печатные формы и формы высокой печати производятся с помощью одинаковых базовых технологий. Обе технологии основываются на использовании пластин с рельефными изображениями, которые вступают в контакт с материалом в процессе печатания.

Флексографские пластины делают из гибкого материала, такого как пластик или резина, либо из чувствительного к ультрафиолету полимера (фотополимера).

Фотополимер — это материал, необратимо изменяющий свои свойства под действием света. В состав готового фотополимера для производства клише входят производные *метилметакрилата, эпоксидные смолы и инициаторы полимеризации*. Например, *акриловая и метакриловая кислоты* соединяются с *эпоксидной смолой, силоксаном и гидроксильным полиэфиром*. В качестве инициатора полимеризации такой смеси могут быть использованы инициаторы на основе *азонитрила В (2,2'-азобисизобутиронитрил)* и *пероксифиров (т-амил перокси-2-этилгексаноат)*. Под действием ультрафиолетового облучения происходит *полимеризация жидких мономеров*.

Существуют три основных метода создания флексографских пластин: *фотомеханический, фотохимический и метод лазерных насечек*.

Глубокая печать — способ печати с использованием печатной формы, на которой печатающие элементы утоплены по отношению к пробельным (рис. 2.4).

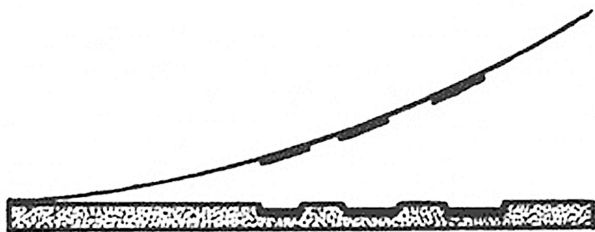


Рис. 2.4. Схема расположения пробельных и печатающих элементов при глубокой печати: верхняя линия — лист бумаги, нижняя — матрика

В полиграфии глубокая печать традиционно использовалась для производства иллюстрированной продукции, упаковки, а также во многих случаях — для печати банкнот. Формы глубокой печати изготавливают *методом травления*, механической или лазерной гравировки *металлической поверхности*. В печатных машинах для глубокой печати краска подается на печатный цилиндр и попадает в углубления, соответствующие печатным элементам. С пробельных элементов краска удаляется с помощью так называемого ракеля. Из-за этой особенности для формирования всех печатающих элементов (в том числе сплошных плашек) необходимо использовать специальный растр глубокой печати.

Сегодня способ глубокой печати является доминирующим на рынке производства упаковки, поскольку затраты на допечатную подготовку оригинал-макета и изготовление форм окупаются благодаря значительной тиражестойкости последних и большим тиражам продукции. Метод глубокой печати находит применение и в художественной графике, например, печать отдельных видов гравюры, в частности офорта. При создании гравюры используется *металлический печатный цилиндр*, на который наносится изображение (рис. 2.5). Цилиндр может быть создан аналоговым или цифровым способом.

Из-за расхода цилиндров гравировка в значительной степени выполняется как ротационный процесс печати (ротогравюра). Для печати крупных тиражей цилиндры покрываются *металлом с хромом*, чтобы обеспечить дополнительную *износостойкость*. Если



Рис. 2.5. Медный гравюрный цилиндр

хром начинает изнашиваться, он удаляется с цилиндра, и создается новое покрытие. Во время печати цилиндр гравюры вращается в фонтане чернил и покрывается их жидким слоем. Лезвие из *нержавеющей стали* (ракельный нож) очищает нежелательные области от чернил и оставляет их только в углублениях цилиндра. Материал находится между цилиндром гравюры и цилиндром изображения, покрытым каучуком.

Помимо того, что чернила, используемые при гравировке, должны быть *чрезвычайно жидкими*, они отличаются и по цвету от чернил, используемых при других процессах печати. Вместо обычных *голубых, пурпурных, желтых и черных чернил*, как в офсетной печати, используются *синие, красные, желтые и черные*. Гравюра — прямой метод печати, поэтому нет никакой необходимости применять *увлажняющий раствор* для того, чтобы чернила не попадали на непечатные области изображения. Микроскопические углубления на цилиндре гравюры создают практически непрерывное изображение на печатной поверхности. Поэтому гравировка часто используется для печати изображений очень высокого качества (рис. 2.6).

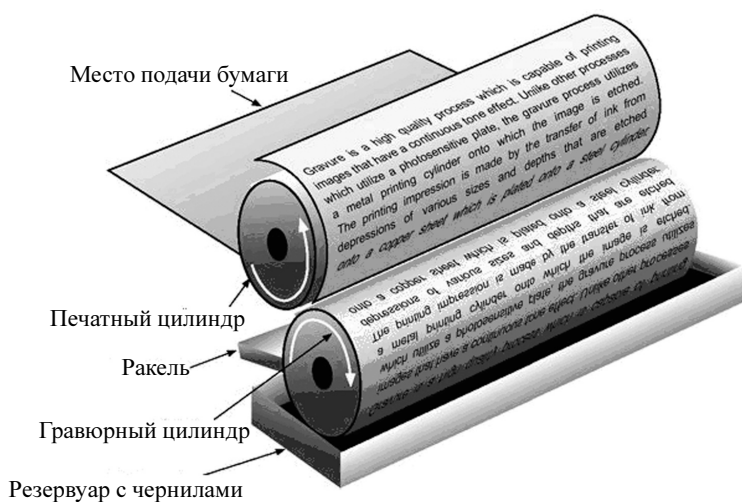


Рис. 2.6. Схема глубокой печати

Несомненным достоинством глубокой печати является высокая скорость печати, достигаемая благодаря использованию красок на основе *летучих растворителей*, обеспечивающих достаточно быстрое их закрепление.

К глубокой печати относят также глубокую автотипию и металлографию.

Глубокая автотипия — способ глубокой печати с печатной формы, на которой печатающие элементы имеют не только разную глубину, как в глубокой классической печати, но и разные площадь и форму. Опорную сетку для ракеля также создают пробельные элементы, но они имеют разную площадь в зависимости от площади печатающих элементов. Хотя и разные по площади, пробельные элементы, как и в глубокой классической печати, создают неразрывную опорную сетку для ракеля. Технология изготовления печатной формы для глубокой автотипии сильно упрощена. *Травление* печатных элементов проводят одним *раствором* за один цикл или форму изготавливают электромеханическим гравированием.

Металлография — способ глубокой печати, при котором печатная форма изготавливается гравированием или *травлением* на *плоской металлической пластине*. В металлографии печатают *красками повышенной вязкости*. Применяется этот способ очень редко, как правило, при печати отдельных фрагментов денежных знаков и ценных бумаг, а также при печати марок, где существует необходимость воспроизвести на оттиске очень тонкие и сложные по конфигурации непрерывные линии. Металлография — безрастровый способ глубокой печати. Особым отличием оттиска металлографии служит рельефность изображения, созданная вязкой (густой) краской.

Плоская печать (офсет) занимает сегодня лидирующее положение в полиграфической промышленности, как при выпуске разнообразной издательской продукции, так и при печати на упаковочных материалах, в государственных и коммерческих компаниях. Плоская печать была изобретена в XIX веке и в течение многих лет претерпевала непрерывные изменения.

Плоская печать в полиграфии — способ печати, использующий формы, на которых печатающие и пробельные элементы

расположены в одной плоскости и различаются лишь *физико-химическими свойствами*. Основой для форм плоской печати, как правило, служат *металлические листы (пластины)* — *однослойные для монометаллических форм и многослойные для биметаллических форм*. При изготовлении формы пластина покрывается светочувствительным слоем и засвечивается через фотоформу, используемую в качестве шаблона. Затем экспонированную пластину подвергают *химическому или электролитическому травлению*, в результате которого участки, играющие роль печатающих элементов, приобретают свойство *гидрофобности (олеофильности)*, а участки, соответствующие пробельным элементам, становятся гидрофильными. При попадании на такую форму краска задерживается лишь на печатающих элементах.

В полиграфической промышленности на базе данного принципа функционирует большинство машин офсетной печати, реже используется способ ди-лито (плоская печать без промежуточного звена). В изобразительном искусстве эта концепция реализована в литографии.

В настоящее время формы для офсетной печати как правило изготавливают из алюминия, хотя часто применяют *бумагу или пластмассу*, обработанные специальным образом. Наиболее распространенный тип пластины для плоской печати представляет собой *алюминиевый лист*, покрытый *светочувствительным материалом* (обычно на основе *diaзосоединений* или *фотополимеров*). После облучения светом через негативную или позитивную пленку или после обработки лазерным излучением *растворимые участки покрытия вымываются*. На позитивных пластинах *экспонированные участки покрытия становятся растворимыми в проявляющем растворе и вымываются*; на негативных пластинах они становятся нерастворимыми, и вымываются неэкспонированные участки.

В процессе печати печатная форма сначала смачивается увлажняющим раствором, основными компонентами которого являются вода, защитное (гуммирующее) вещество и кислота. При контакте накатного валика красочного аппарата с печатной формой краска переносится на печатающие элементы. Капли увлажняющего раствора, которые

могут находиться на участках изображения, выдавливаются накатным валиком или эмульгируются в краске, но вода, адсорбированная на пробельных элементах, образует пленку, которая предотвращает перенос краски на эти участки формы.

Офсетная печать представляет собой метод передачи красочного изображения с плоской печатной формы на запечатываемый материал посредством промежуточного офсетного цилиндра, покрытого *эластичной резиноктаневой пластиной* (на него переносится краска с печатающих элементов печатной формы, а с него уже на запечатываемый материал).

В настоящее время офсетный способ печати стал уже классическим и практически основным. *Качество продукции*, выпускаемой по этому методу, зависит от обязательного компонента — *бумаги* для офсетного способа печати.

Подготовительные работы при офсетном способе выполняются в следующей последовательности: монтаж макета, вывод фотоформ, засветка фотоформ, наладка оборудования под изготовленную форму. Современные полиграфические технологии позволяют выполнить подготовительные работы на компьютере, а окончательный вывод форм осуществить с помощью устройства *Стр*.

Эти действия обуславливают нанесение изображения, несколько схожее с фотопечатью, на специальным образом обработанные пластины: обычно монометаллические, биметаллические и резиноктаневые, с которых вспомогательный офсетный цилиндр, уже в офсетной машине, переносит изображение на непосредственный носитель — чаще всего на бумагу.

Монометаллическая офсетная формная пластина состоит из алюминиевой основы и нанесенного на нее светочувствительного (копировального) слоя. Наиболее часто используется алюминиевая основа толщиной 0,15 и 0,3 мм. Перед нанесением копировального слоя поверхность алюминиевой основы подвергается комплексной *электрохимической обработке*:

обработка алюминия в щелочном растворе для очистки поверхности от мелких частиц;

электрохимическое зернение — алюминий подвергается воздействию тока большого напряжения в специальных ваннах (этим достигается пористая структура алюминия);

процесс анодирования — наращивание оксидной пленки на микропористую структуру алюминия; в результате такой обработки поверхность пластины становится шероховатой и покрывается прочной пористой оксидной пленкой.

На биметаллических пластинах печатающие и пробельные элементы находятся на разных металлах. В качестве основного материала пластины используется *медь*, на медной пластине электрохимическим способом создаются печатающие элементы. Пробельные элементы углубляются путем удаления на этих участках верхнего слоя металла или электрохимическим способом на поверхность меди наращиваются участки другого металла. Данные формы сегодня уже практически не используются.

Далее на пластину наносится позитивный копирующий слой на основе *ортонафтохинондиазидов** плюс пленкообразующие *фенолформальдегидные смолы*, разного рода *полимерные добавки* и *краситель*. Качественные характеристики формных пластин зависят от равномерности полива. Перенос текста или иллюстраций на пластину происходит с немалым *расходом воды* в специальных ваннах, поэтому печать офсетным способом зависит от множества факторов, влияющих на качество отпечатков. Наиболее важные — *жесткость воды, степень ее загрязнения*.

Для классического (традиционного) процесса печати офсетным способом требуются *увлажненный раствор* и *специальные печатные краски*. Офсетная печать с увлажнением — самый распространенный метод печати в мире, *основанный на соблюдении баланса краски и влаги (увлажняющего раствора)*. В процессе печати печатные

* О р т о н а ф т о х и н о н д и а з и д ы — химические соединения класса азидов. При ультрафиолетовом облучении превращаются в инденкарбоновые кислоты, которые легко удаляются из органических растворителей. Используются для производства светочувствительного слоя.

элементы *смачиваются краской и отталкивают воду*, пробельные части, наоборот, *смачиваются водой и отталкивают краску*.

Кроме традиционного (“мокрого”) офсета в полиграфии существует и офсет без увлажнения, так называемый “сухой” офсет. В “сухом” офсете не используется *увлажняющий раствор* и естественно нет необходимости в поддержании упомянутого баланса. *Силиконовый слой*, покрывающий пробельные элементы формного материала, обладает *олеофобными (отталкивающими краску)* характеристиками, и потребность в применении *увлажнителя* отпадает. Краска остается лишь на тех участках печатной формы, с которых силикон удален. Поэтому для этого типа офсета пригодны лишь *вязкие краски*, ведь при растире в красочном аппарате валики способны нагреваться до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а охлаждающего увлажняющего раствора попросту нет. “Сухой” офсет в сравнении с традиционным, требует совершенно других красок и пластин. Отметим, что традиционный офсет менее “капризен”, более прост и понятен технологически.

При печати офсетным способом бумагу пропускают между валиками вплотную к печатной форме, как правило, четыре раза — по одному разу для печати каждого из четырех цветов красок, кото-

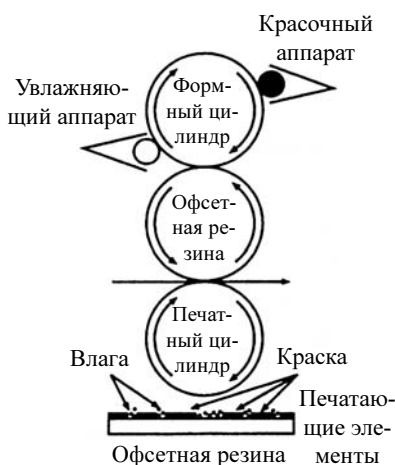


Рис. 2.7. Способ офсетной печати

рые применяются для получения полноцветного глянцевого изображения (рис. 2.7). Печатная форма притягивает *краску на масляной основе*, чтобы получить изображение согласно эскизу, а сама форма обычно изготавливается по компьютерному шаблону плана печати, но на некоторых более старых печатных машинах для изготовления печатной формы используется фотографическая пленка.

Для офсетной печати газет, где не требуется высокого качества, используется технология печати “резина к резине” — технология

одновременной двухсторонней печати, обусловленная конструкцией секционной офсетной рулонной печатной машины. В печатной секции отсутствует печатный цилиндр, а офсетный цилиндр печатного аппарата одной печатной краски выполняет одновременно роль печатного цилиндра в печатном аппарате другой краски. Запечатываемый материал в виде непрерывной ленты проходит между вращающимися офсетными цилиндрами, касаясь своими сторонами их поверхностей одновременно.

Для такой печати используются *резиноканевые пластины*. Офсетные резины похожи на пирог из нескольких слоев ткани с односторонним резиновым покрытием. Предусматривается также специальный пористый компрессионный слой, придающий полотну дополнительную упругость. Полотно не расслаивается, поскольку все *каучуки* офсетного полотна имеют высокую *адгезию* к текстилю и достаточно хорошо закреплены.

Структура резиновых полотен представлена на рис. 2.8.

К *резине*, которая используется для производства типографских пластин, предъявляются следующие требования:

сохраняемость основных качеств — гибкости, эластичности, стойкости к сильным деформациям, возобновляемости формы;
стойкость к бензину, бензолу, хлороформу, сероуглероду;
стабильность состояния, устойчивость к старению;
тепло- и холодостойкость.

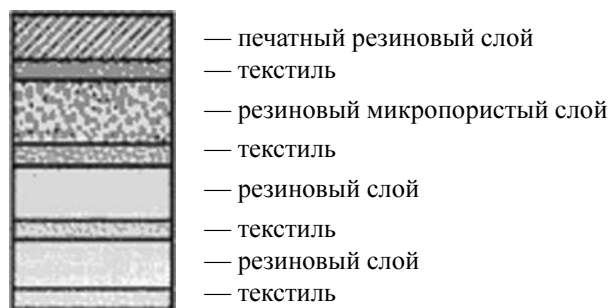


Рис. 2.8. Структура офсетной пластины с компрессионным слоем

Таковыми свойствами обладают резины на основе *бутадиен-нитрильного и силоксанового синтетических каучуков*. Исходными мономерами для производства *бутадиен-нитрильного* каучука являются *бутадиен* и *акрилонитрил*. Каучук синтезируют *радикальной сополимеризацией мономеров* в присутствии *инициатора персульфата калия $K_2S_2O_8$ и триэтанолamina*.

Силоксановые эластомеры относятся к классу *кремнийорганических полимеров*. *Химическая связь между атомами кремния и кислорода ($-Si-O-Si-$)*, называемая “*силоксановой*”, определяет основные свойства *силоксановых полимеров*. Большая подвижность *силоксановой цепи* и силы межмолекулярного взаимодействия обуславливают сохранение эластических свойств каучуков при низких температурах. Исходными веществами являются *циклосилоксаны*. *Полимеризацию* ведут в присутствии *сильных оснований*, например *гидроксидов* или *силанолатов** *щелочных металлов, аммония либо фосфония*.

Печатающая резиновая поверхность *офсетных резиновых типографских пластин (ОРТП)* является *полимерным материалом*, функциональные характеристики поверхности которого определяют многие важные свойства пластин. Эти характеристики обусловлены *химическим составом* и наличием на поверхности материалов *активных функциональных групп*, способных *вступать в реакции* с *поверхностной структурой*, они определяют степень ее активности. Такие *реакции*, протекающие на *поверхности полимерных материалов*, относятся к процессам, которые происходят на *границе раздела фаз в межфазном поверхностном слое* и возникают в результате взаимодействия контактирующих фаз.

В поверхностных слоях ОРТП при контакте с печатной краской взаимодействуют фазы, имеющие различные связи поверхностных атомов и молекул. В результате образуется своеобразное поле *межатомных и межмолекулярных сил*. Таким образом, атомы и молекулы в поверхностных слоях образуют особую структуру. *Поверхностные явления* особенно четко проявляются в телах с высокоразвитой поверхностью, что способствует более полному

*С и л а н о л а т — кремнийорганическое соединение.

и равномерному распределению краски на шлифованной печатающей поверхности ОРТП при контакте с печатной формой по сравнению с гладкой нешлифованной поверхностью.

Трафаретная печать — это способ печати, позволяющий получать оттиск продавливанием краски через форму. В качестве печатной формы используется трафарет. Он представляет собой тонкую сетку, изготовленную из **металла, нейлона** или **полиэфирных волокон**, а метод иногда называют сериграфией (станковый способ трафаретной печати). С 30-х годов прошлого века трафаретная печать широко используется для печати на различных запечатываемых материалах — *стекло, дерево, пластик* и даже на поверхностях различной формы.

Шелкография — так называют способ трафаретной печати, при котором в качестве формного материала используются специальные *нейлоновые* или *металлические сетки* частотой 4–200 нитей/см и толщиной примерно 18–200 мкм. Свое название “шелкография” способ получил из-за патента процесса трафаретной печати, выданным в 1907 г. под названием (англ.) *Silk screen printing* — печать шелковым ситом. Обычно пробельные элементы формируют непосредственно на сетке *фотохимическим способом*. Для изготовления печатной формы может быть использован как сухой *пленочный фотослой (капиллярная пленка)*, так и *жидкая фотоэмульсия*, высушиваемая на сетке после нанесения. В обычном состоянии фотослой смывается *водой*. В подавляющем большинстве случаев экспонирование проводится контактным способом. После экспонирования УФ-излучением *фотослой полимеризуется* и перестает смыываться водой, за исключением участков, не подвергшихся облучению (закрытые изображением позитива). Смытые участки сетки становятся печатающими элементами.

Печатать можно практически на всех материалах — на *бумаге, пластике, ПВХ, стекле, керамике, металле, ткани, коже* соответствующими *красками*. Краски различаются по типу связующего — *водные, сольвентные* (на основе *растворителей*), *ультрафиолетового отверждения, пластизоли* (требующие *температурной фиксации*).

Также шелкография используется для печати деколей (переводных картинок) с последующим обжигом или без него; для нанесения “скретч” (стираемого) слоя для лотерейных билетов и карточек оплаты.

Ризография. Одной из разновидностей трафаретной печати является ризография, которую относят к способам оперативной полиграфии. Ризография — печать с использованием печатной формы, изготовленной прожиганием термоголовкой микроотверстий в формном материале (мастер-пленке) для образования печатающих элементов. Ризографию используют для оперативного размножения на одноцветной или многоцветной бумаге (полноцветная печать невозможна). Этот способ экономически эффективен для печати продукции небольшими тиражами (от 20 до 1000 экз.). При сильном увеличении можно увидеть, что штрихи на оттиске состоят из точек и напоминают пунктирные линии. В качестве оригиналов могут быть использованы бумажные документы или файлы.

Существует много **бесконтактных способов печати** (нет контакта субстрата и краски с печатной формой): электрофотография (ксерография и лазерная печать), струйная печать, магнитография, электрография, или ионография, *термография* и др. Самые распространенные — электрография и струйная печать.

Устройство для **электрофотографической печати (ксерографии)** включает в себя цилиндр для формирования изображения с фоточувствительным покрытием, изготавливаемым из *селенида мышьяка, органического полимерного фотополупроводника и аморфной модификации кремния*. Это покрытие электростатически заряжается в темноте.

Изображение формируется благодаря изменению заряда участков поверхности носителя изображения под действием управляемого компьютером лазерного излучения (или излучения, испускаемого светодиодами). Затем с помощью красящей системы на заряженные участки *фотополупроводникового слоя* наносится тонер (мельчайшие частицы *жидкости* или *твердого вещества*). Далее тонер с цилиндра переносится на бумагу. Для закрепления на бумаге он оплавляется при подаче тепла в зону контакта.

Основные способы **струйной печати** — воспроизведение изображения с помощью:

непрерывной красочной струи (CIJ);

капельной красочной струи (DOD).

Каждый из этих вариантов соответствует требованиям своего сектора рынка.

Цветная печать. Многоцветная печать как самостоятельный метод появилась почти одновременно с изобретением книгопечатания. В XVII веке метод многоцветной печати — это нанесение на разные части гравированной *металлической печатной формы* красок всех возможных цветов. Затем все изображение печаталось как обычно. В настоящее время гравятся четыре *металлические формы*, и друг за другом изготавливают четыре одноцветных оттиска, каждый из которых одного цвета.

Голография. В 60-е годы прошлого века была разработана технология голографической, или, как ее еще называют, “объемной” печати. Способ голографии заключается в следующем: два варианта одного плоского изображения напечатаны с определенным сдвигом на двух плоскостях относительно *толстой прозрачной пластинки*, которая покрыта очень тонкими параллельными полосками. Именно благодаря этому глаз человека видит отпечаток изображения под определенным углом.

Фольгирование — технология, позволяющая придать печатному изображению металлический блеск. Суть технологии проста: на отпечатанную на лазерном печатающем устройстве заготовку визитки наносится *специальная фольга*, которая, реагируя с краской, создает тонкую, но прочную пленку.

Термоподъем (термографическая печать) позволяет создать рельефную поверхность без использования штампа — только что отпечатанный лист обрабатывается *специальным порошком*, который, соединяясь с краской, после нагрева образует рельеф.

Альбуминовая печать — это технология для получения фотографических изображений, предложенная в 1850 г. Луи Дезире Бланкар-Эвваром. Технология была первым коммерчески успешным методом печати на обычной бумаге с исходного негатива. Метод,

основанный на использовании *альбумина* из белков яиц для закрепления *фотохимикатов* на бумаге, стал доминирующим способом получения позитивов с 1855 г. и вплоть до конца XIX века. Сущность метода заключалась в следующем:

1) лист бумаги покрывали смесью *яичного белка (альбумином)* и *соли* (обычно поваренной соли — *хлорида натрия*); альбумин разглаживал бумагу и делал ее поверхность слегка глянцево́й;

2) затем бумагу помещали в водный раствор *нитрата серебра*, что способствовало ее чувствительности к свету;

3) далее бумагу высушивали в полной темноте;

4) высушенную подготовленную бумагу помещали в рамку вместе со стеклянным негативом и подвергали действию света; чаще всего негатив был *стеклянным*, изготовленным в результате *коллоидного процесса*; рамку держали на солнечном свете до достижения нужного уровня потемнения.

Альбуминовые отпечатки находились в непосредственном контакте с негативом. При этом не использовались никакие дополнительные технические средства, кроме света, поэтому процесс и называли “печатью”, в отличие от других способов.

Тампонная печать (тампопечать). Эластичный промежуточный элемент, переносящий изображение (называемый “тампоном” или “роллером”), позволяет переносить изображение с печатных форм глубокой, плоской, высокой и трафаретной печати на поверхности практически любой формы. Чаще всего используют печатную форму с углубленными элементами изображения на плоской пластине.

Благодаря тампонной печати современные типографии имеют возможность печатать на авторучках, зажигалках, брелоках, бутылочных пробках, крышках банок, одноразовой посуде, парфюмерной упаковке, видеокассетах, компакт-дисках, корпусах приборов, значках, теннисных мячах и т. д.

Способ разработан в Швейцарии, где им печатали циферблаты часов. Тогда в качестве элемента для переноса изображения использовали тампон из *желатина*. (На некоторых отечественных предприятиях до сих пор применяют тампоны из *желатино-глицериновой массы*.)

Такие тампоны имеют низкие *химическую устойчивость* и механическую прочность, нестабильны по свойствам. Их тиражестойкость — 1,5–2,0 тысячи оттисков.)

В середине 60-х годов XX века была создана первая машина тампонной печати с электрическим приводом. Вскоре появились тампоны из *вулканизированного холодным способом силикона*.

В настоящее время применяются тампоны из полиэфируретанов и силиконовых каучуков. Их тиражестойкость — несколько сотен тысяч оттисков.

Ирисовая печать (или орловская печать) — специальный вид печати, при котором наблюдаются плавные изменения цвета при переходе от одной *краски* к другой. Чаще всего используется в качестве средств защиты банкнот и ценных бумаг. Также для этой технологии употребимо название “радужная печать”.

Печать осуществляется несколькими красками одновременно из одного красочного ящика, разделенного перегородками, с одной печатной формы при использовании раскатных валиков с фиксированным осевым перемещением. Ирисовый эффект может быть реализован только при использовании *высоковязких красок*, поэтому ирисовыми красочными аппаратами комплектуются листовые офсетные машины.

Палладиевая печать — процесс монохромной фотопечати, основанный на светочувствительности *оксалата железа (III)*. Вариант платиновой печати. Процесс начал использоваться во времена Первой мировой войны, поскольку *платина*, широко используемая в военных целях, стала недоступна фотогравам. *Палладий*, в те времена более доступный, чем платина, давал схожие с ней результаты. Процесс использовался до 1930-х годов, когда палладий значительно подорожал.

Платиновая печать — процесс монохромной фотопечати, основанный на светочувствительности *оксалата железа (III)*. Под действием света *оксалат железа (III)* превращается в *оксалат железа (II)*. Далее *оксалат железа (II)* взаимодействует с ионом *платины (II)* (или *палладия (II)*), превращая их в обычную платину, которая и образует изображение.

Сублимационная печать — это способ печати, при котором краска через сублимацию переходит с сублимационной бумаги на окрашиваемую поверхность. Метод заключается в следующем: при печати *чернилами* либо *красящими лентами* *частицы красящего вещества* мгновенно нагреваются печатной головкой и смешиваются при переходе в газовое состояние, глубоко проникая в структуру запечатываемого материала. Сублимационная печать может применяться для нанесения изображений на ткань. В отличие от других способов печати этот способ позволяет наносить на ткань *фотографические изображения* с высоким качеством. Яркие цвета устойчивы к воздействию *окружающей среды*.

Существуют еще два особых вида полиграфии.

Ароматическая полиграфия — полиграфия с применением *ароматических красок и лаков*. Одна из существующих технологий основана на добавлении *ароматических масел* в *типографскую краску*. Но более популярны две похожие технологии, которые по аналогии с английскими названиями можно назвать “поскреби и понюхай” и “оторви и понюхай”. Технологии основаны на добавлении *ароматических веществ*, заключенных в микрокапсулы, в *типографскую краску*. В первом случае для восприятия запаха по зоне ароматической печати необходимо поскрести, чтобы разрушить оболочки микрокапсул. Во втором случае участок с ароматической печатью прикрывается наклеенной бумагой, при отрыве которой аналогичным образом разрушаются микрокапсулы и появляется запах.

Стереополиграфия. Стерео — ярко выраженный эффект объема композиции или объекта. Этот эффект основан на том, что при просмотре полученного стереоизображения один глаз видит объект с одного ракурса, другой глаз — с другого. Таким образом, вы видите объект так, будто находитесь рядом с ним. Для создания стереоэффекта необходима многоракурсная съемка или 3D-моделирование. Одной из разновидностей стереоэффекта является так называемое “псевдостерео”. Эффект основан на взаимном смещении слоев композиции относительно друг друга и перекрытии одного изображения другим. Преимущество псевдостерео — простота и

возможность создавать визуально объемное изображение из плоских предметов.

2.2. Особенности полиграфических технологий и полиграфической продукции

В этом разделе рассмотрены особенности полиграфических технологий и полиграфической продукции с учетом применяемых *химических материалов*, конкретных отходов при том или ином виде печати и рекомендаций для устранения или нейтрализации вредных воздействий различных способов печати на изготовителей печатной продукции и окружающую среду. Общие вопросы *экологической проблематики* в полиграфии рассмотрены в гл. 6.

2.2.1. *Офсетная печать*

Первый этап в офсетной печати — формирование печатной формы, “шаблона”, который содержит распечатываемый материал. Этот этап может проходить как по “классической”, докомпьютерной, схеме, так и с применением вычислительной техники. Во втором случае увеличивается гибкость и простота использования, однако он требует дополнительного оборудования. Все современные типографии оборудованы компьютерами. По технологии Computer-to-Plate лазер, управляемый компьютером, прожигает требующееся изображение. Полученную печатную пластину в зависимости от применяемого метода можно использовать сразу или же задействовать некоторое количество *химических реактивов*.

Реактивы и вещества при создании печатной пластины следующие:
проявитель по негативу — *щелочи, спирты, поверхностно-активные вещества (ПАВ)*;

проявитель по позитиву — *щелочи, силикаты натрия, ПАВ*;

предварительная обработка (безводная печать) — *пропиленгликоль, аминспирты, этиленгликоль*;

постобработка (печать с увлажнением) — *эфир диэтиленгликоля, этиловая масляная кислота*;

очиститель (безводная пластина) — *изопарафины*;
резиновые формы — *гуммиарабик, декстрины, биоциды*;
чистящие растворы — *ПАВ*;

корректирующие жидкости — *кислоты, спирты, фториды*;
офсетные печатные формы различных типов.

Офсетные формы, как правило, изготавливают на алюминиевой или серебряной основе.

Отходы:

израсходованный *проявитель*;
очиститель пластин.

Водные сбросы. В процессе изготовления непрореагировавшие составляющие светочувствительного слоя растворяются в *проявителе*. Некоторое количество проявителя переносится в полоскательную ванну. Таким образом это количество *химикатов* может попасть в *сточные воды*. Их состав зависит от структуры оборудования и состава ополаскивателя.

Если используется заменитель *изопропилового спирта*, то следует проследить, чтобы он не был опаснее натурального спирта. В составе заменителя могут быть ПАВ, которые плохо разлагаются, а следовательно, могут накапливаться и оказывать заметное влияние на окружающую среду.

2.2.2. Рулонная офсетная печать без тепловой сушки

При рулонной офсетной печати без тепловой сушки используются следующие реактивы и сырье:

чернила — *органические пигменты, осушители (соли кобальта и марганца), ингибиторы просушки (фенолы, кетоны), фталаты и воски*;

увлажнитель — *фосфорная кислота, гуммиарабик, ингибиторы окисления, смачиватели, стимуляторы сушки, фунгициды, антипенообразные добавки*;

растворители очистки — традиционные продукты на основе *нефтехимических летучих смесей, содержащих ароматические углеводороды*; чистящие средства на основе *растительных масел и растворителей малой и средней летучести*;

различные *химикаты* процесса — очистители пластин, например *фосфорная кислота, растворители, эмульгаторы*;
бумага различных классов.

Воздушные выбросы. Как и при листовой печати, основные выбросы состоят из *летучих органических веществ*.

Отходы:

органический растворитель;
использованные чернила.

2.2.3. Рулонная печать с тепловой сушкой

При рулонной печати с тепловой сушкой используются следующие *химикаты* и расходные материалы:

краска — *минеральные масла* (высокая температура кипения, 200–350 °C), *органические пигменты, вяжущие элементы, осушители (соли марганца и кобальта), осушающие ингибиторы (фенолы, кетоны), фталаты и воски*;

увлажнитель — *изопропиловый спирт или этанол*; дополнительные вещества — *фосфорная кислота, гуммиарабик, ингибиторы окисления, смачиватели, стимуляторы сушки, фунгициды, антипенообразные добавки*;

заменители *изопропилового спирта* — *ПАВ, гликоли*;

растворители очистки — традиционные продукты на основе *нефтехимических летучих смесей, содержащих ароматические углеводороды*; температура вспышки — между 55 и 100 °C, малолетучие *растворители*;

различные *химикаты* — *очистители пластин, например, фосфорная кислота, растворители, эмульгаторы*;

бумага различных классов.

Основная проблема — выбросы *горючих газов* из сушильного устройства, однако эти газы можно дополнительно сжигать: летучие органические вещества (ЛОВ), как и другие *органические соединения*, образуют при горении CO_2 и H_2O . В сушках применяются тепловые или каталитические методы дожигания. По европейским нормам экологический критерий для сушек — выбросы от ЛОВ не

должны превышать 20 мг углерода/м³. Некоторое количество спирта сжигается в сушилке, но основные выбросы приходятся на время печати.

При очистке используются различные *органические растворители*. Выбросы ЛОВ зависят от типа чистящего растворителя, метода очистки и способа хранения отходов.

Загрязнение воды происходит аналогично другим методам офсетной печати.

Отходы:

органические растворители;

израсходованная краска.

Рекомендации. Для листовой и “холодной” печати можно использовать чернила на основе *растительных масел*. Такие чернила относятся к возобновляемым ресурсам, кроме того, при их использовании не увеличивается количество парниковых газов.

Остальные рекомендации — общие для всех видов офсетной печати.

1. *Изопропиловый спирт:*

использование заменителей изопропилового спирта; важно отметить, что замена должна быть как минимум не опаснее самого спирта (ПАВ, попавшие в окружающую среду, должны быстро разлагаться);

использование *увлажнителей* с низким содержанием спирта (5 % и менее); это возможно при использовании качественной воды;

охлаждение спирта (10–15 °С), из-за чего уменьшаются его потери;

переработка спирта для уменьшения потерь, фильтрация отработанного спирта для повторной работы.

2. Автоматические системы очистки. Система автоматической мойки уменьшает количество необходимых *чистящих препаратов*, кроме того, увеличивается качество печати. В таких системах можно использовать *чистящие средства* с высокой температурой вспышки, а также очистители на *растительной основе*.

3. Замена *органических растворителей и чистящих средств*. Для уменьшения выбросов ЛОВ можно применять чистящие средства

на основе *растительных масел*. Температура вспышки таких веществ находится в диапазоне 100–150 °С. Использование этих веществ уменьшает риски для здоровья рабочих и улучшает состояние пожарной безопасности. Такие чистящие средства создаются на основе возобновимых ресурсов и не дают выбросов *парниковых газов*. *Растворители* с высокой температурой кипения имеют те же преимущества, но они невозобновляемы и более *токсичны*.

4. Дистилляция растворителей. Переработка и изопропилового спирта, и чистящих растворителей возможна, например, при использовании дистилляции. Если увлажнитель сливается в канализацию, то его сброс минимизируется.

5. Безводный офсет. В безводной печати не используется увлажнитель, поэтому нет выбросов *спиртов* и нет сбросов в *водную среду* веществ, содержащих *увлажнитель*. Цена переоборудования на безводный офсет значительная, поскольку требуются новые пластины и оборудование для их создания.

2.2.4. Флексография

По сути, флексография — один из вариантов высокой печати, с той лишь разницей, что печатающие символы созданы не из *металла*, а из *резины* или *фотополимера*. Для флексографии применяется жидкая, быстровысыхающая краска.

Благодаря флексографическому способу можно печатать практически на любых поверхностях: на пакетах, бумажных и пластиковых, на ткани, металлической фольге, упаковках продуктов.

Создание матрицы флексографической печати. При этом способе печати используются три основных типа флексографических пластин: резиновые, фотополимерные и ролики с лазерной гравировкой.

Реактивы и сырье:

кислоты — для травления *металлических пластин* и сокращения клейкости *фотополимерных пластин*;

перхлорэтилен — мытье фотополимерных пластин;

вымывающий растворитель — *спирты, алифатические и циклоалифатические углеводороды*;

чистящие средства;
резиновые пластины;
фотополимерные пластины.

Загрязнение атмосферы выбросами ЛОВ происходит при вымывании раствора, содержащего растворители, даже если процесс идет в запечатанном оборудовании. *Пары спиртов* можно переработать при помощи вакуумной дистилляции.

Отходы:

отработанный *фотополимер*;
отработанный при вымывании *растворитель*;
кислоты травильных растворов, активаторы пластин;
осадок *гидроксида металла*;
осадок при дистилляции;
ультрафиолетовые лампы.

Для уменьшения вреда окружающей среде следует по возможности отказаться от галогенсодержащих *растворителей* в пользу безгалогенных или простой воды.

Чернила для флексографической печати должны быть жидкими, содержать *растворители* или *воду*. Для получения нужной *вязкости* иногда чернила разбавляют растворителем или водой.

Если необходима печать в несколько цветов, то после нанесения каждого из них идет секция *сушки*. После завершения печати следует дополнительная секция сушки для удаления оставшихся *растворителей*. Уже после получения готовой продукции требуется *очистить* компоненты печатной системы — например, *пластины, покрасочную систему* и пр., — для чего применяются *растворители*, аналогичные тем, что входят в состав краски. Если краска еще влажная (или используются краски на водной основе), то в качестве очистителя можно задействовать *обычную воду*.

Весьма удачно использование краски с УФ-затвердеванием, благодаря чему уменьшаются выбросы от летучих компонентов красок.

Химикаты и сырье для флексографической печати:

чернила на основе растворителей — пигменты, лак на основе нитроцеллюлозы, воск, пластификатор, этанол, пропанол и метоксипропанол;

чернила на водной основе — акриловые эмульсии, моноэтиламин, дипропиленгликоль, гидроксид аммония и воск;

УФ-чернила — вяжущее вещество, добавки, фотоинициаторы и пигменты;

растворители — спирты, эфиры, кетоны, эфиры гликолей, ароматические углеводороды и алифатические углеводороды;

чистящие растворы — щелочи, моющие средства, растворитель или карбонат натрия;

бумага/пленка, картон, пластины и пр.

Основное загрязнение атмосферы выбросами ЛОВ — от краски на основе растворителей. Эти выбросы можно сжигать или же от них можно избавиться, заменив применяющиеся краски красками на водной основе или красками с УФ-затвердеванием.

Озон от ультрафиолетовых ламп опасен для здоровья рабочих. Но он достаточно быстро превращается в кислород.

Если используются краски на водной основе, то вода может содержать *чернила, щелочи, моющие вещества и растворители*. В краске могут содержаться биоциды, органические пигменты и — в специализированных красках — металлы. Сточные воды зачастую подвергаются *нитрификации*, из-за чего становятся токсичными для живых организмов.

Отходы при флексографической печати:

остатки чернил, содержащие растворители;

растворители;

остатки чернил на водной основе;

УФ-лампы;

чистящие средства, содержащие щелочь;

резиновые полотна, содержащие краску/растворители.

При флексографической печати рекомендуется восстанавливать воду, задействованную при очистке системы, после чего ее снова можно использовать в системе.

При печати краской на водной основе рекомендуется перерабатывать отходы растворителей и получившиеся реактивы использовать для очистки оборудования. Отходы чернил можно смешать с черными чернилами и печатать работы, где не требуется высокое качество.

2.2.5. Трафаретная печать

При использовании компьютерной технологии (Computer-to-plate) в некоторых установках трафаретной печати исключаются *химические этапы* — работа с *фотопленкой* и разработка трафарета.

Отходы при трафаретной печати:

остатки *краски*;

растворители;

полотна, содержащие *чернила/растворители*;

невосстановленные акрилаты;

остатки от создания трафарета.

По возможности следует использовать *нелетучие растворители*, не вызывающие *нитрификацию*.

При печати больших объемов продукции применяются системы автоматической очистки, *восстанавливающие растворитель* из отработанной воды.

Перед использованием растворителя необходимо удалить остатки краски.

Трафаретную печать применяют практически на всех материалах (бумага, картон, пластик, текстиль и др.), от материала зависит состав чернил. Печатающий элемент может иметь вид платформы или цилиндра.

Химикаты и сырье:

краски на основе *растворителя* — *органические пигменты* (в некоторых красках могут быть *неорганические пигменты*, например, *хромат свинца* в желтой краске), *связующие элементы*, *пластификатор* и *ароматические алифатические углеводороды*, *спирты*, *циклогексанон*, *гликоли* и *эфир*ы *гликолей*;

краски на водной основе — *органические пигменты* (в некоторых красках могут быть *неорганические пигменты*), *фунгициды*, *вяжущие элементы*, *аммиак*, *амины*, *эфир*ы *гликолей*, *спирты*, *алифатические углеводороды* и *метилпирролидон*;

УФ-краски — *связующие вещества*, *фотоинициаторы* и *пигменты* (*УФ-краски* не содержат ЛОВ, однако они содержат *аллергенные вещества*, например, *акрилаты* и *амины*);

растворители — спирты, эфиры гликоля, кетоны, ароматические углеводороды и алифатические углеводороды;

бумага/пленка, пластик, картон, текстиль, металл и пр.

Отходы при трафаретной печати:

остатки краски, содержащие растворитель;

растворители;

остатки красок на водной основе;

остатки при дистилляции;

остатки УФ-красок;

УФ-лампы;

полотна, содержащие чернила/растворители.

По возможности следует использовать краски с малым содержанием *растворителей* (краски на водной основе) — с 5–20 % растворителей, наподобие *эфиров гликоля, спиртов, алифатических углеводородов*. Еще более предпочтительно использование чернил с *УФ-затвердеванием*.

2.2.6. Глубокая печать

Это способ печати, при котором изображение получается благодаря печатным элементам, углубленным в поверхность печатного цилиндра. На цилиндр наносится краска, после чего поверхность цилиндра очищается, чтобы краска осталась только в утопленной части, т. е. в областях изображения.

Этапы подготовки цилиндра зависят от того, новый это цилиндр или нет. После печати удаляется *медный слой* гравировки. Далее цилиндр *обезжиривается, раскисляется* и на него наносится разделительный слой перед новым *слоем меди*, который можно нанести и с помощью *электролиза*. Медная поверхность полируется.

Поскольку *медь* — довольно мягкий металл, цилиндр следует покрыть тонким слоем *хрома*. *Хром* наносится при помощи *электролиза* в ванне, содержащей *оксид хрома и серную кислоту*.

Этих *химических этапов* можно избежать, если используется цифровая технология CtP. Тогда гравировка идет при помощи лазера.

Химикаты и сырье:

толуол, этанол — обезжиривание;

гидроксид натрия — обезжиривание, подстройка pH и нейтрализация стоков из системы очистки сточных вод;

серная кислота, соляная кислота — при обеспечении медного покрытия, в дехромирующем электролите, никелевом электролите, хромирующей ванне, для травления хрома и обезжиривания;

сульфат меди (медный купорос) в электролите — для нанесения меди;

сульфат никеля и хлорид никеля — никелирование коррекции изображения на цилиндре;

разделительный раствор — *сульфат натрия, нитрат серебра, белковые соединения*;

полировочный камень, наждачная бумага для шлифовки/полировки;

хлорид железа — при гравировке и травлении меди для коррекции цилиндра, в системе обработки сточных вод;

медные аноды;

сульфит натрия — в системе обработки сточных вод.

Отходы при глубокой печати:

осадок *гидроксидов металла*;

медная ванна;

никелевая ванна;

хромирующая ванна;

вещество для *щелочного обезжиривания*;

фильтры от *медной ванны*.

Разделительный слой на основе *серебра* или *ртути* рекомендуется заменять на белковое разделение.

Уменьшить содержание меди, никеля и хрома в сточной воде можно в результате реакции восстановления, например, осаждением или коагуляцией.

При глубокой печати используются краски с низкой вязкостью, как правило, на основе *растворителя*, чтобы заполнить полости цилиндра. Краски различаются в зависимости от типа носителя или упаковки. Краска для публикаций содержит *толуол*, а для упаковок — различные *летучие органические соединения*.

При печати публикаций воздух, содержащий *толуол*, можно пропускать через *активированный уголь*, для восстановления реагента. Восстановленный толуол используется при производстве новых чернил, некоторое количество толуола можно вернуть обратно поставщику.

Краски для глубокой печати содержат *смесь органических растворителей* и пары, не подлежащие переработке. Их можно сжигать или выбрасывать в атмосферу. После завершения печатных работ цилиндр очищается *толуолом* или другими *растворителями*. Предпочтительны чернила с *УФ-затвердеванием*.

2.2.7. Послепечатные операции

2.2.7.1. Лакировка

Поверхность печатного продукта, которой требуется защита или специальная яркость, может быть залакирована. Итоговая печатная продукция покрывается *лаком* при печати на офсетных и трафаретных машинах или же при других способах печати — на специальных лакировочных машинах. Надпечатная лакировка похожа на офсетную печать, но без использования *пигментов*. После лакировки печатный продукт проходит через сушилку. Для различных способов лакировки используются следующие лаки:

лаки на водно-дисперсионной основе;

лаки с УФ-отвердеванием;

лаки на основе растворителей.

Химикаты и сырье при лакировке:

лаки на основе растворителей — смола, пластификатор, воск, добавки и растворители, например, этанол, бутанол, пропанол и этилацетат;

лаки на водной основе — растворители (эфир гликоля), связующие вещества (полимер акрилата), фунгициды, ПАВ, осушители и воски;

лаки с УФ-отвердеванием — связующие вещества (полиуретан, полиакрилат), фотополимеры, фотоинициаторы;

растворители, например, спирты, эфиры гликоля, ароматические углеводороды и алифатические углеводороды.

Отходы при лакировке:

остатки лака (лакированные), содержащие *растворители*;
растворители;

остатки при дистилляции;

чистящие средства, содержащие щелочь.

Рекомендуется использовать лаки на водной основе или с УФ-затвердеванием. Переработка *отходов растворителей* позволяет получить средство для очистки оборудования.

2.2.7.2. Ламинирование

Ламинирование обычно производится на специальных машинах, а также в отдельной секции печатно-упаковочных машин. При ламинировании на *бумагу, пластиковую пленку или алюминиевая фольгу* наносится слой *пластика*. Если в красках присутствует *растворитель*, то перед нанесением *пленки* он высушивается. Просушка перед ламинированием только частичная, поэтому, как правило, требуется дополнительное тепло в ИК-форме. После просушки эмульсии больше не растворимы в воде, и для очистки машины требуются *растворители*.

Специальная *ламирочная фольга, термофольга* наносятся на поверхность при температуре 100–120 °С.

Кроме того, есть альтернативы способу на основе растворителей — *уретановые системы*: где две составляющие взаимно реагируют и образуют очень прочную пленку.

Химикаты и сырье при ламинировании:

клеи на основе *растворителей* — *пигменты, смолы, пластификатор, воск, добавки и растворители, например, этил, изопропил и п-полипропиловые спирты и их ацетаты, алифатические углеводороды*;

клеи на водной основе — *пигменты, смолы, пластификатор, воск, добавки и толуол*;

2-компонентные клеи — полиуретан-фотополимер, полиэфир/эфир (2-компонентные клеи не содержат ЛОВ, но могут содержать аллергены наподобие *изоцианатов*);

ламинирующие пленки.

Отходы при ламинировании:

остатки клея, содержащие растворители;

растворители;

чистящие вещества, содержащие щелочь;

полотна, содержащие клей/растворители;

ламинирующие пленки.

Рекомендуется применять двухкомпонентные клеи, клеи с УФ-отвердеванием или термопленки.

2.2.7.3. Переплет

В машинах печати и упаковки переплет можно делать на месте или же на специальных переплетчиках. Чаще всего переплетают книги, каталоги или руководства. Обычно применяются клеи на основе воды или термоклей, однако иногда используется полиуретановый клей.

Химикаты и сырье при переплетных работах:

водно-дисперсионный клей — полимеры акрилат-винилацетата, поливиниловый спирт;

термоклей — воски, полиэтилен/винилацетат, стабилизатор, смолы, наполнители.

Отходы при переплетных работах:

остатки клеев;

чистящие средства, содержащие щелочь;

полотна, содержащие клей.

Глава 3

ПРОИЗВОДСТВО БУМАГИ

3.1. Состав бумаги

Бумага — листовой материал, состоящий в основном из *растительных волокон*, соответствующим образом обработанных и соединенных в тонкий лист, в котором *волокна связаны* между собой *поверхностными силами* взаимодействия. Наряду с *целлюлозными волокнами* бумага может содержать *наполнители* (например, каолин — белую фарфоровую глину), *проклейку* (например, канифольный клей), *подцветку* (например, в виде *синих и фиолетовых красителей*) и около 7 % *влаги*. Бумага формируется на сетке бумагоделательной машины из бумажной массы, которая представляет собой *суспензию** волокнистых и неволокнистых компонентов бумаги.

Технологический процесс изготовления бумаги включает следующие стадии:

получение исходных волокнистых полуфабрикатов — *целлюлозы, древесной массы, тряпичной полумассы, макулатурной массы*;
использование *целлюлозы* однолетних растений (*соломы, тростника, конопли, риса* и др.), *полуцеллюлозы*;
приготовление тряпичной полумассы;

*Суспензия — дисперсные системы, в которых твердые частицы дисперсной фазы находятся во взвешенном состоянии в жидкой дисперсионной среде (другой часто применяемый термин — взвеси).

использование *асбеста, шерсти и других волокон* для специальных видов бумаги;

изготовление бумажной массы — размол, наполнение, проклейка и подкраска (или окраска);

отлив бумаги на бумагоделательной машине;

отделка бумаги — *каландрирование**, разрезка, сортировка и упаковка.

При необходимости проверяют дополнительную отделку в суперкаландре для увеличения гладкости и лоска. Еще до машинного каландра поверхностные свойства можно модифицировать нанесением пленкообразующих реагентов, поверхностной проклейкой и окраской, нанесением покровного пигментного слоя (мелованием). На заключительной стадии отделки при необходимости проводят тиснение бумаги — создание поверхностного рельефного рисунка.

3.2. Отливка бумаги

Бумага производится из *органических веществ* растительного происхождения, прежде всего целлюлозы. Растения используются для получения *волокон*. В бумажном производстве необходимы *полые трубчатые волокна*. В целом целлюлоза составляет около 50 % от массы древесины и 98 % от волокон хлопка. При производстве бумаги важное значение имеют многие параметры, в частности, характер взаимодействия с наполнителями. Для вступления во взаимодействие отдельных волокон необходимы два свойства: хорошая эластичность и *восприимчивость к воде*. С одной стороны, в процессе изготовления бумаги волокна целлюлозы меняются под воздействием воды. С другой стороны,

*К а л а н д р и р о в а н и е — процесс обработки материалов (ткани, бумаги, резины) на каландре. Каландр — пресс с горизонтально расположенными валами (от 2 до 20), между которыми пропускают материал (ткань, бумагу, резину) в виде рулонов или листов для увеличения его плотности, повышения гладкости, нанесения тиснением рисунка или узора.

они противостоят *влиянию химических веществ*. Поэтому химические вещества используются для выделения волокон из растений с целью их использования в процессе изготовления бумаги.

От 40 до 70 % массы древесины составляют волокна, в том числе *гемицеллюлоза и лигнин**. Многочисленные *слои целлюлозы*, соединенные между собой за счет лигнина, должны быть отделены друг от друга. Существует три технологических процесса разделения, или разрыхления, волокон: механический, *химический* и полумеханический, являющийся комбинацией двух предыдущих. Каждый из процессов разрыхления имеет свои особенности и позволяет получить разные типы бумаг.

Различают *длинные и короткие волокна*. Волокна из *мягкой древесины* (сосна, ель) более длинные и прочные, чем волокна из *твердой древесины* (клен, дуб, береза), и применяются там, где важна прочность бумаги, например для мешков и коробок. Твердая древесина с короткими и тонкими волокнами более всего подходит для гладкой печатной поверхности. Однако большинство бумаг, включая печатные бумаги, содержат как длинные волокна для прочности, так и короткие — для улучшенных печатных свойств.

Рассмотрим подробнее основные этапы производства бумаги. На первом этапе из *древесины* получают *целлюлозу*. На *древесную щепу* действуют *растворами слабых кислот или щелочи* при нагревании и повышенном давлении в герметически закрытых котлах большой емкости. При этих условиях *лигнин* разрушается и переходит в раствор, а из древесины выделяются почти неповрежденные *волокна целлюлозы*. Различают два способа “варки” целлюлозы: сульфитный (кислотный) и *сульфатный (щелочной)*.

Сульфитный способ. Древесную щепу варят с *гидросульфитом кальция* $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, который при нагревании в водной среде распадается на *сернистую кислоту* H_2SO_3 и *сульфит кальция*

*Лигнин — природный полимер, входит в состав почти всех наземных растений.

$\text{Ca}(\text{SO}_3)_2$. *Сернистая кислота*, взаимодействуя с *лигнином*, образует *лигносульфоновые кислоты**, растворяющиеся в варочной жидкости. *Сульфит кальция* нейтрализует эти *кислоты*, предотвращая их нежелательное действие на *целлюлозу*. Варка целлюлозы по сульфитному способу сопровождается практически полным растворением и удалением *гемицеллюлоз* и некоторым *гидролитическим расщеплением молекул целлюлозы*. Эти процессы отрицательно сказываются на качестве целлюлозы, а затем и бумаги. Во-первых, они приводят к потере ценного продукта — *гемицеллюлоз* и, кроме того, в некоторой степени понижают прочность самой *целлюлозы*.

Сульфатный способ. Древесную щепу варят в *щелочном растворе гидросульфита натрия* NaHS , который, взаимодействуя с *лигнином*, образует хорошо растворимый *тиолигнин*** . Способ называется сульфатным, поскольку для восполнения потерь химикатов отработанные щелока упаривают и сжигают с *сульфатом натрия* Na_2SO_4 . При этом происходит *восстановление сульфата углем до сернистого натрия* NaS . Последний при взаимодействии с водой образует *гидросульфид натрия* NaHS и *гидроксид натрия* NaOH .

Затем *целлюлозу отбеливают*. Отбелка полуфабрикатов проводится для повышения белизны. При *окислительной химической обработке* (хлором, растворимыми монооксохлоратами (I), оксидом хлора (IV), перекисью водорода и другими окислителями) разрушаются или удаляются красители, лигнин, смолы и прочие вещества. Наиболее эффективна *многостадийная отбелка* различными веществами (при которой белизна сульфатной целлюлозы повышается более чем в два раза). Для отбелки древесной массы применяют и *восстановители* (растворимые *гидросульфиты*, *тиосульфаты* и др.), но на воздухе восстановленная бесцветная форма лигнина опять окисляется, и он желтеет.

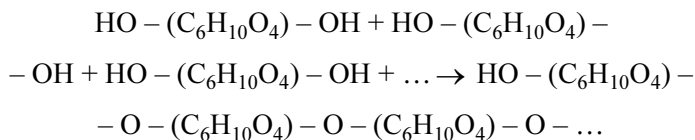
* *Лигносульфоновые кислоты* — кислоты сложного состава, соли которых получают при производстве сульфитной целлюлозы и входят в состав сульфитного щелока.

** *Т и о л и г н и н* — лигнин сульфатный.

Обработкой газообразным хлором остаточный *лигнин* переводится в *хлористый лигнин*, плохо растворимый в воде, но хорошо — в щелочах. При этом образуются *соляная* и *хлорноватистая* кислоты, а *целлюлоза* приобретает *оранжевый* цвет. *Хлористый лигнин* из *целлюлозы* удаляется щелочением растворами *гидроксида натрия* или *гидроксида кальция*. Далее *целлюлозу* отбеливают *гипохлоритом кальция* $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, *гипохлоритом натрия* NaOCl или *диоксидом хлора* ClO_2 . В завершение *щелочной отбеливающий раствор* *нейтрализуют* растворами *сернистой* или *соляной* кислоты.

Рассмотрим более подробно химизм получения *целлюлозы*.

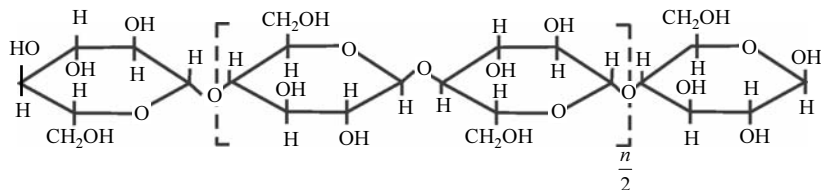
Высшие полиозы, к которым относится *целлюлоза*, или *клетчатка*, образуются следующим образом. *Гидроксил* молекулы *моносахарида* взаимодействует с каким-либо *спиртовым гидроксидом* второй молекулы *моносахарида*. *Полуацетальный гидроксил* этой второй молекулы в свою очередь взаимодействует со *спиртовым гидроксидом* третьей молекулы *моносахарида* и т. д. Следовательно, образование *полиозы* из молекул *гексозы* можно представить схемой:



где в условной формуле $\text{HO} - (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4) - \text{OH}$ выделенный слева гидроксил — спиртовой, а справа — полуацетальный.

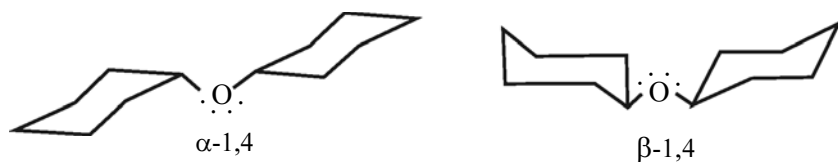
Таким образом, каждый остаток *моносахарида* связан с соседними остатками *гликозидными связями*, т. е. *высшие полиозы* — *полигликозиды*. Наибольшее значение из них имеют *крахмал*, *гликоген* (*животный крахмал*) и *клетчатка*. Все они состоят из остатков молекул *глюкозы*, различным образом соединенных друг с другом; их состав выражается формулой $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

В клетчатке, или *целлюлозе*, макромолекула образована *гликозидными связями*. Если при α -1,4-гликозидных связях все *глюкопиранозные кольца* ориентированы одинаково, то при β -1,4-связывании идет чередование колец, повернутых относительно друг друга в противоположные стороны:



В каждом *глюкопиранозном* кольце содержатся три *спиртовые группы*, поэтому в реакции *этерификации* возможно образование *моно-, ди- и триатозфиров*. Например, смесь *моно- и динитроклетчатки* — *коллодийная вата*, ее раствор в смеси спирта и эфира называется *коллодий*.

Из-за большой прочности β -1,4-гликозидных связей полный гидролиз клетчатки возможен только при действии *концентрированной* H_2SO_4 с последующим продолжительным кипячением в *разбавленной серной кислоте*. Это скорее всего объясняется тем, что α -1,4-гликозидный кислород не экранируется кольцами, а β -1,4-гликозидный кислород экранируется (речь идет о sp^3 -орбиталях с *неподеленными парами электронов*):



В *макромолекулах клетчатки* $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ $n = 6000\text{--}12000$. В результате процессов технологической обработки n уменьшается до нескольких сотен. Молекулы *целлюлозы* связываются друг с другом многочисленными (порядка n и более) *водородными связями*. Образуется довольно *упорядоченная структура* со степенью кристалличности до 60–70 %. В ней можно выделить *первичные волокна (фибриллы)*. Пучки из 10–30 *макромолекул* условно называют *микрофибриллами*, а из 31–100 — *макрофибриллами*. Толщина последних доходит до 400 нм, а длина равна длине молекул *целлюлозы*

(до 3000 нм = 3 мкм). Из макро- и микрофибрилл “сплетены” волокна клетчатки, длина которых может достигать нескольких миллиметров (у некоторых сортов хлопка — до 43 мм). Толщина волокон на 2–3 порядка меньше длины. Комплекс этих данных служит основой для того, что считать сырьем для производства бумаги, а именно все, что содержит клетчатку: древесина, хлопчатник, многочисленные представители семейств льновых, осоковых, злаков и др.

Для получения бумаги требуется бумажная масса, в состав которой входят *размолотое целлюлозное волокно, древесная масса, каолин, клей, подцветка*. Изготовление бумажной массы состоит из процессов: *размола целлюлозы, наполнения, проклейки, подцветки, составления композиции, подготовки* ее для отлива на бумагоделательной машине. Меняя условия размола, наполнения, проклейки, а также режим отлива бумаги на бумагоделательной машине и отделки — каландрирования, из нескольких видов волокнистых полуфабрикатов удастся получить множество различных видов бумаги, существенно отличающихся друг от друга по *структуре, физико-механическим и химическим свойствам*.

Машина, производящая бумагу, как правило, состоит из пяти секций, которые осуществляют следующие технологические операции:

1) секция подачи, где исходная бумажная масса смешивается с водой (99 % воды на 1 % бумажной массы): далее смесь подается на движущуюся сеточную секцию;

2) секция сетки представляет собой мелкую сетку, проходящую между двух ролей; на сетке происходит связка волокон, начинается процесс обезвоживания, который обеспечивают вакуумные насосы;

3) секция отжима, куда смесь поступает после секции сетки; на этой стадии бумага содержит еще 80 % воды; на конечном этапе секции отжима из бумажной массы извлекается еще 10–15 % жидкости; секция отжима также влияет на толщину конечного листа и гладкость его поверхности;

4) после секции отжима следует секция сушки, состоящая из ряда нагретых роликов; как правило, между секциями сушки

располагается секция проклейки; для проклейки используют специальные вещества, улучшающие печатные свойства бумаги;

5) после просушки бумага иногда пропускается через каландр, придающий окончательную гладкость поверхности и толщину.

Для улучшения свойств бумаги и расширения спектра ее использования при изготовлении в бумагу добавляются *безволоконные материалы*. Добавление этих веществ необходимо для связывания отдельных *неорганических и минеральных веществ* в единую массу перед формированием бумаги. Они определяют яркость, непрозрачность, печатные свойства, текстуру и массу бумаги, а также маскируют волокна. Добавки усиливают гладкость бумаги, делают ее более восприимчивой к краске. Обычно наполнители составляют 5–30 % от массы печатной или писчей бумаги. Некоторые сорта бумаги вообще не содержат наполнителей.

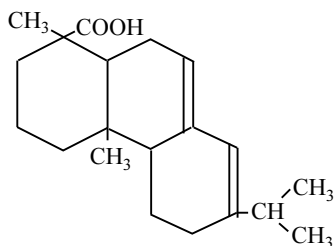
Наполнители могут повысить яркость, *химическую инертность*, придать хорошую способность светорассеивания и неабразивности, в качестве наполнителей наиболее часто применяются *карбонат кальция, глина, диоксид титана*. Используются также *гидроксид алюминия, сульфат бария, сульфат кальция, натуральный или синтетический кремний, тальк* ($\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$), а также *пигменты цинка*. Следует отметить, что каждый из наполнителей имеет индивидуальные преимущества. Когда процент наполнителей в бумаге увеличивается, ее поры и капилляры уменьшаются, увеличивается способность бумаги *абсорбировать жидкости*. Увеличение содержания наполнителя обычно повышает *впитывающую способность бумаги*. Количество наполнителя в бумаге обозначается как *зольность*. Качественный анализ содержания золы в бумаге позволяет идентифицировать ее *минеральные компоненты*.

Следует знать, что мелкие частицы наполнителя *инкапсулируются волокнистой структурой*, при этом снижается прочность, увеличивается мягкость и деформируемость бумаги. Кроме того, для повышения белизны в бумажную массу вводят *добавки красителей*, поглощающих лучи желтой части спектра (синие, фиолетовые). Применяются и так называемые *оптические отбеливатели* — вещества, поглощающие УФ-кванты и излучающие волны с большей длиной

(флуоресценция) в видимой части спектра, обычно синей, что действует как подцветка. Рациональнее такие вещества наносить на поверхность бумаги. Для окраски в бумажную массу вводят соответствующие красители или окрашивают поверхность бумажного полотна. *Дополнительные (технологические) добавки* включают флоклянты (например, полиэтиленамин), пеногасители (их роль может играть и парафин) и другие вещества, обеспечивающие технологический режим процесса отлива бумаги.

Под операцией **проклейка** понимается обработка волокнистой массы для уменьшения *гидрофильности бумаги* (гидрофобизирующая проклейка) и для усиления связей между волокнами (связывающая проклейка). Применяют два способа: проклейку в массе и поверхностную проклейку при отделке бумаги. Наличие *спиртовых групп в молекулах целлюлозы* обуславливает *гидрофильность* и даже *гигроскопичность* бумаги. При контакте с *водой* бумага набухает и становится менее прочной.

Если из сосновой смолы с водяным паром отогнать скипидар, то останется твердый продукт — *канифоль*, представляющий собой смесь *смоляных кислот*, в которой 80 % приходится на долю *абиетиновой кислоты*:



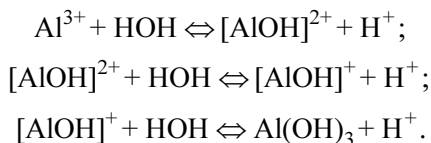
Для внедрения *канифоли* в матрицу *волокон целлюлозы* необходимо создать достаточно устойчивую *дисперсию канифоли в воде*. С этой целью канифоль варят с раствором соды, в результате *реакции нейтрализации* (Na_2CO_3 гидролизуется с образованием *щелочной среды*) получается раствор *резинатов натрия* $\text{C}_{19}\text{H}_{29}\text{COONa}$. Резинат-ионы стабилизируют высокодисперсную взвесь канифоли

(неомыленных кислот). При необходимости дополнительную стабилизацию обеспечивают добавлением *казеината натрия*. Получающийся в результате варки *канифольный клей* вводят в бумажную массу. Из-за гидролиза в избытке воды:



дисперсия теряет стабильность и частицы канифоли начинают *коагулировать*.

Однако иммобилизация (закрепление, обездвиживание) смолы на волокнах клетчатки затрудняется электростатическим отталкиванием. Компенсировать это противодействие можно добавлением *соли сильной кислоты и слабого основания с многозарядными катионами*, например *сульфата алюминия*. При гидролизе последнего образуются *катионы*, адсорбирующиеся на поверхности *гидроксида алюминия*:



Гидролиз в данном случае протекает и по третьей стадии, потому что его равновесие смещается вправо из-за связывания *ионов* H^+ *гидроксильными группами*, образующимися при гидролизе резинат-ионов. В свою очередь по той же причине и равновесие гидролиза резинат-ионов смещается вправо. Таким способом удастся ввести в наиболее сильно проклеенные бумаги до 2–4 % канифоли.

С целью удешевления производства применяются также *парафиновая* и *канифольно-парафиновая* проклейки. Для *связывающей проклейки* используют *крахмал*, *животный клей*, *карбоксиметилцеллюлозу* и др. В результате увеличиваются гладкость бумаги, сопротивление выщипыванию волокон краской при печатании, снижается пылимость бумаги.

Наконец, применяется и *комбинированная* (гидрофобизирующе-связывающая) *проклейка*. Для этого используют, например,

карбамидные смолы, которые окончательно полимеризуются при сушке бумажного полотна (*полимеризация* идет по связям $C - N = CH_2$, которые образуются при конденсации *мочевины* $(NH_2)_2CO$ с *формальдегидом* H_2CO).

3.3. Мелование бумаги

Для получения бумаги определенного сорта предусмотрена операция, называемая мелованием бумаги. На бумажную основу наносится *суспензия*, состоящая в основном из *бланфикса*^{*} и *казеинового клея*^{**}, которая разравнивается системой щеток. Затем бумагу направляют в сушильную камеру, где высушивают на специальных устройствах. При высушивании в результате *испарения воды* в *покровном (мелованном) слое* образуется множество *капилляров*, облегчающих закрепление *полиграфических красок*. После высушивания мелованная бумага глазируется на *суперкаландре*^{***}. Поверхность мелованной бумаги становится белой и гладкой, хорошо воспринимает полиграфические краски.

В настоящее время все большее распространение получают мелованные бумаги, в которых казеин заменяется *бутадиен-стирольным* или *бутадиен-нитрильным* клеями. Мелованная бумага, изготовленная с применением *синтетических латексов*, имеет ряд преимуществ перед обычной: *большая влагоустойчивость*, *прочность поверхности*, *упругоэластичность* и более качественные свойства печати, что особенно важно для офсетной печати.

^{*}Б л а н ф и к с — синтетический, свежесажженный сульфат бария $BaSO_4$.

^{**}К л е й н а о с н о в е к а з е и н а — сухое пористое зерно бело-желтого цвета, получающееся из обезжиренного коровьего молока при обработке сычужным ферментом или кислотами, как минеральными, так и органическими. Состав казеинового клея: казеин, канифоль, гидроксид натрия, жидкое стекло, водный раствор аммиака, технический скипидар, фенол и вода.

^{***}С у п е р к а л а н д р — машина для отделки бумаги, т. е. повышения гладкости ее поверхности, придания лоска, уплотнения, тиснения и т. д.; состоит из 6–12 валов (металлических и бумажных), между которыми пропускается бумажное полотно.

Как правило, газетная типографская бумага состоит из 80 % белой древесной массы и 20 % *сульфитной небеленой целлюлозы*, необходимой для повышения механической прочности бумаги. Такая бумага не проклеивается, так как для нее не важна повышенная *влагоустойчивость*. Однако эта бумага все же имеет некоторую естественную проклейку, создаваемую *смолой*, которая содержится в еловой древесине и осаждается на волокне действием *сернокислого глинозема*.

Следует отметить, что определенные сорта бумаги характеризуются разной *степенью впитываемости*. Правильная оценка впитывающей способности означает выполнение условий своевременного и полного *закрепления краски* и как результат — получение *качественного оттиска*. *Макропористые* бумаги хорошо воспринимают краску, впитывают ее как единое целое. Краски здесь используются *маловязкие*. *Жидкая краска* быстро заполняет крупные поры и впитывается на достаточно большую глубину. Для *микропористых бумаг* характерен механизм так называемого “избирательного впитывания”, когда под действием сил капиллярного давления в *микропоры поверхностного слоя* бумаги впитывается преимущественно маловязкий компонент краски (*растворитель*), а пигмент и пленкообразователь остаются на поверхности бумаги. Именно это и требуется для получения четкого изображения. Механизм взаимодействия бумага — краска для разных сортов бумаги различен, поэтому для *мелованных и немелованных бумаг* готовят *различные краски*.

В целом, чтобы сделать бумагу пригодной для письма и придать ей гидрофобные свойства, в бумажную массу вводят *канифольный клей, парафиновую эмульсию, глинозем и другие способствующие слипанию вещества* (так называемую *проклейку*); для повышения связи между волокнами и увеличения механической прочности и жесткости добавляют *крахмал, животный клей*; для увеличения прочности бумаги во влажном состоянии — *мочевино- и меламино-формальдегидные смолы*. Для повышения белизны, гладкости, мягкости и непрозрачности, а также для улучшения печатных свойств бумаги вводят минеральные наполнители (*каолин, мел,*

тальк); для придания цвета и повышения белизны — *анилиновые* (реже минеральные) красители. Некоторые виды бумаги, например *впитывающие* и *электроизоляционные*, вырабатываются без проклейки и наполнения. Бумага из *конопляной массы* и *рисовая бумага* белее бумаги из *древесной целлюлозы*, поэтому зачастую не требует дополнительного *химического отбеливания волокон*.

3.4. Бумагоделательная машина

Сегодня *бумагу* и *картон* изготавливают преимущественно на современных высокоскоростных бумагоделательных машинах. В Германии работает около 400 марок машин различных конструкций, которые с разной производительностью изготавливают бумагу различных сортов и ширины. Например, рабочая ширина машины для изготовления бумаги лучшего качества составляет от 6,6 м и больше, а скорость выхода бумажного полотна — 1300 м/мин (21,7 м/с).

Бумагоделательные машины — это ядро каждой бумажной фабрики. Самые распространенные машины — это длинносеточные бумагоделательные машины с “бесконечной” сеткой (транспортером). На рис. 3.1 представлена технологическая схема производства газетной бумаги:

вес полотна — от 40 до 50 г/г/м², ширина полотна — 9 м, скорость — 28 м/с;

производственная мощность — 190 000 т/г., вес рулона бумаги — 60 т.

Листовая бумага нарезается из получаемого *рулонного материала*. Различают продольное полотно — лист, длинная сторона которого совпадает с направлением движения *бумажного полотна* (*волокна ориентированы параллельно широкой стороне листа*), и *поперечное полотно* — лист, у которого короткая сторона совпадает с направлением движения (*волокна ориентированы параллельно узкой стороне листа*).

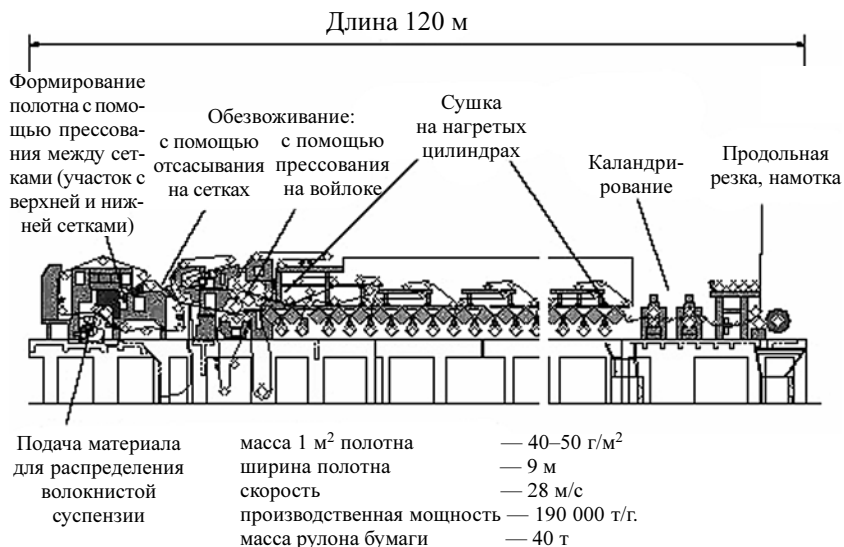


Рис. 3.1. Одна из самых производительных бумагоделательных машин в мире (Voigh Sulzer Paper Technology, Германия, 1997 г.): схема со ступенями производства

Имеющийся ровнительный валик (в представленной бумагоделательной машине не показан), вращающийся на равномерно движущейся сетке вместе с ситовым цилиндром, предназначен для равномерного формирования лицевой стороны *сырого листа*. Напаянные или отчеканенные на сетке ровнительного валика знаки отпечатываются при вращении на влажном листе как *водяные знаки*. Возвышения в итоге дают светлые, а углубления (из-за уплотнения материала) *темные водяные знаки*, которые также называются “*теньевыми водяными знаками*”.

Производство бумаги завершается намоткой бумажного листа на стальную втулку, называемую тамбуром.

Если в длинносеточной бумагоделательной машине волокнистая суспензия для формирования листа накладывается на длинную сетку, в цилиндрических сеточных бумагоделательных машинах она

зачерпывается вращающейся в волокнистом веществе цилиндрической сеткой. Цилиндрические сеточные бумагоделательные машины предназначены для производства многослойной бумаги или картона, которые могут насчитывать до 10 отдельных слоев. Слои сводятся в единое полотно на непрерывно вращающемся бесконечном отжимном войлоке при последовательном присоединении их посредством большого числа сетчатых цилиндров внутри кругло-сеточной машины.

3.5. Экологические и ресурсосберегающие аспекты при производстве бумаги

Во всем мире бумагу производят по двум основным технологиям: 1) с использованием *макулатуры, отходов текстильной промышленности* и т. д. для производства *вторичной бумаги*; 2) с применением новейших *бесхлорных технологий для отбеливания целлюлозы*. Уже сегодня многие иностранные издания публикуют на своих страницах, что они отпечатаны на бумаге, произведенной из макулатуры (делается акцент на высокую экологическую культуру производителя). Многие фирмы, изготавливающие печатные машины, ориентируются на выпуск оборудования, пригодного для печати на *вторичной (или восстановленной) бумаге*.

С учетом экологических основ современного природопользования и эффективности использования природных ресурсов следует более подробно остановиться на переработке макулатуры, являющейся заменителем таких видов первичного сырья и полуфабрикатов, как *целлюлоза, древесная масса, бумажная масса*. Переработка макулатуры для использования в производстве бумаги и картона осуществляется по мокрой технологии двухступенчатой *мокрой очистки* и включает следующие операции:

- ропуск макулатуры;
- очистку макулатурной массы от посторонних *примесей*;
- дороспуск макулатурной массы;
- тонкую очистку макулатурной массы.

Роспуск макулатуры на волокна осуществляется в водной среде при концентрации гидроразбивателей 4–6 %. Под действием *гидромеханических* усилий идет процесс измельчения макулатуры на кусочки и разделение на волокна. Гидроразбиватели оснащены ситом с отверстиями 10–12 мм. В гидроразбивателях происходит и отделение *грубых включений* из макулатуры: тяжелые по массе включения удаляются из специального грязесборника, а *легкие* — в виде *текстиля* и *полимерных пленок* удаляются либо в виде своеобразного жгута постоянно, либо периодически. Макулатурная масса после гидроразбивателя содержит как *волокна*, так и *нераспустившиеся кусочки макулатуры*.

Готовая *суспензия* макулатурной массы проходит через отверстия сита и поступает на следующую операцию. Макулатурная масса очищается от *тяжелых и легких примесей*. Очистка от тяжелых примесей — *песка, стекла, скрепок* и т. д. — осуществляется в очистителях макулатуры, представляющих собой циклон. Тяжелые примеси осаждаются в грязесборнике и периодически удаляются.

Одним из решающих условий улучшения *качества готовой продукции*, в том числе прочностных показателей бумаги, является улучшение *качества сырья: сортирование макулатуры по маркам и улучшение ее очистки от различных загрязнений*. Возрастающая степень загрязненности вторичного сырья отрицательно влияет на *качество продукции* и ее экологические характеристики. Для повышения эффективности использования макулатуры необходимо соответствие ее качества виду выпускаемой продукции. Тарный картон, бумага для гофрирования должны вырабатываться из макулатуры преимущественно марок МС-4А, МС-5Б и МС-6Б по ГОСТ 10700, обеспечивающих достижение высоких показателей качества продукции. Создаваемый резерв прочности обуславливает возможность дальнейшего увеличения содержания макулатуры в композиции при обеспечении *физико-механических и химических показателей* на требуемом уровне.

Применение вторичного волокна взамен свежих *древесных полуфабрикатов* связано с определенными трудностями вследствие *нестабильности состава* макулатурной массы. Вторичная масса и

составляющие ее фракции различаются между собой в основном средней длиной волокна и способностью *образовывать связи* между волокнами в бумаге.

Эффективность использования макулатуры можно рассмотреть на примере Великобритании. Пятая часть старых газет и журналов заканчивает свое существование в графстве Кент, где находится крупнейшая в Европе фабрика по утилизации макулатуры. Ежегодно там перерабатывается до 450 тыс. т старых газет и другой ненужной бумаги. Технологический процесс переработки включает несколько этапов. Сначала макулатура измельчается с *водой* до получения однородной *полужидкой массы*. Далее *мылом* и *специальными растворителями* из нее вымывается *типографская краска*. Затем из массы удаляются проволочные скобки, *клей*, *частицы пластиков*, *минеральные частицы грязи*. Далее очищенная масса формируется в бумажную ленту, на которой снова можно печатать газеты. Лента бумаги шириной 9 м выходит из машины со скоростью 100 км/ч; 5 % газетной бумаги, используемой в Западной Европе, поступает с этой фабрики. В среднем полный цикл прохождения бумаги с фабрики в газетную типографию, на почту, к потребителю, в мусорный контейнер и снова на фабрику занимает 14 дней.

Казалось бы, вторичное использование бумаги — самый экономный и безопасный метод. Однако есть и другие данные.

По расчетам некоторых специалистов Великобритании выгоднее всего *макулатуру сжигать*, во всяком случае в Англии. Во-первых, при этом за счет энергии, выделяющейся при горении бумаги, можно получать электроэнергию. Во-вторых, переработка макулатуры в чистую бумагу требует огромного количества энергии и *загрязняет окружающую среду*. Особенно это относится к сбору и доставке макулатуры. Например, грузовики с макулатурой, доставляемой со всей страны на фабрику в Кенте, за год проходят по Англии в сумме более 4 млн. км! При этом они выбрасывают в атмосферу более 5800 т углекислого газа, а каждый килограмм выделяемого в атмосферу *углекислого газа*, по расчетам разных специалистов, наносит ущерб от 1 до 50 дол.

Кроме того, процесс переработки очень энергоемок. Например, в 1996 г. фабрика при всех мерах по экономии энергии потратила 4000 т жидкого топлива и 5,7 трлн. МДж энергии в результате использования газа. Особенно много энергии требует процесс отмыwania типографской краски, вдобавок дающий очень *ядовитый остаток*, содержащий *тяжелые металлы*.

Сжигание бумаги, напротив, генерирует энергию. Мусоросжигательный завод на севере Лондона дает столько же электроэнергии, сколько 20-мегаваттная электростанция. Многие подобные заводы, особенно в Скандинавии, поставляют тепло от *сжигания мусора* в соседние жилые дома, офисы или фабрики. Этот метод требует и меньше затрат на перевозку, поскольку такие заводы обычно строят вблизи городов.

Конечно, мусоросжигатели выбрасывают в воздух тот же углекислый газ. Но, по подсчетам специалистов, если вместо каждого срубленного дерева будет посажено новое, оно при своем росте поглотит этот лишний газ. Да, общая площадь лесов в мире сокращается, но только не в странах, которые являются основными поставщиками бумаги. Для примера: крупнейшие производители бумаги:

International Paper (США);
Georgia-Pacific (США);
Weyerhaeuser (США);
Kimberly-Clark (США);
Stora Enso (Финляндия);
UPM-Kymmene (Финляндия);
Svenska Cellulosa Aktiebolaget (Швеция);
Anglo American plc (Mondi) (Великобритания).

Во всех этих странах площадь лесов сейчас увеличивается. В Финляндии ежегодный прирост древесины на корню составляет 85 млн. м³, а потребление и естественные потери — лишь 55 млн. м³.

Для изготовления из древесины новой бумаги требуется примерно на четверть больше энергии, чем для вторичного использования макулатуры. Но, во-первых, многие скандинавские бумажные фабрики

переходят с ископаемого топлива на стружку, кору и прочие отходы переработки древесины. Во-вторых, по расчетам специалистов, эта энергия с лихвой экономится за счет производства электроэнергии из мусора.

И наконец последнее по данному разделу. Несмотря на то что отечественный рынок в последние годы был открыт для западных партнеров, на нем предлагалось не более 5 % всего многообразия выпускаемых в мире видов бумаги. Сегодня в мире производится около 300 млн. т бумаги в год, лидерство удерживают США — более 80 млн. т, совокупное количество бумаги, выпускаемой в странах азиатского региона, неуклонно увеличивается и составляет 83 млн. т, суммарное производство в Европе немного уступает США. В США уровень потребления бумаги на душу населения в конце XX века составил 300 кг, в то время как в России — только 20 кг. Отечественная бумажная промышленность выпускает небольшой ассортимент продукции, в основном целлюлозу и газетную бумагу. *Отбеливание целлюлозы в России* производится в основном *хлором*, поэтому данная продукция продается на мировом рынке по невысоким ценам и требует значительных инвестиций для организации *экологически чистого производства*.

Глава 4

ВИДЫ БУМАГИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

4.1. Виды бумаги

Бумага — очень давнее изобретение. Ее знали еще в Древнем Китае. Изобретателем бумаги считают китайца Пай Луня, который придумал бумагу в 105 году новой эры. Делали ее так: клочки шелковой ваты, тряпье, старые рыболовные сети измельчали и бросали в чан с водой, взбалтывали, пока не получалась однородная водянистая кашеобразная масса, которую черпали бамбуковой сеткой. Осадок, оставшийся лежать ровным слоем на сетке, просушивали. По сути, этот принцип работает и сегодня, изменились только средства производства и сырье. В России бумага появилась в XIV веке. До этого времени писали на пергаменте.

Бумага — это тонкие и ровные листы или ленты материала, состоящего в основном из *целлюлозных волокон* (древесная целлюлоза, древесная масса, волокна хлопка, льна), из макулатурной массы и некоторых других вспомогательных добавок. Длина растительных волокон, из которых образована бумага, 1–2 мм при диаметре около 25 мкм. Масса одного квадратного метра бумаги достигает 250 г.

По определению, *бумага — это пористо-капиллярный плоскостной искусственно созданный материал*, доступный для проникновения воздуха, влаги и красок. При размачивании в воде обычные сорта бумаги теряют свою механическую прочность, при пропитке керосином или маслами прочность бумаги не меняется.

Свойства бумаги зависят от волокнистого состава, природы растительных волокон, характера их обработки, содержания наполнителя, проклейки, а также от технологии отлива и отделки, благодаря чему бумага получается с разными свойствами и разных сортов (видов). Существует несколько способов и подходов к классификации видов или ассортимента бумаги, зависящих от предназначения, вида печатной продукции, ее спецификации и т. д. Рассмотрим некоторые из наиболее часто встречающихся подходов.

С точки зрения потребителя бумагу можно поделить на газетную, офисную и бумагу для полиграфической печати.

Газетная бумага отличается большим содержанием *древесной массы* (около 50 %), небольшой плотностью (от 45 до 51 г/м²), малой белизной и непривлекательным внешним видом. Она быстро желтеет от длительного пребывания на свету. Основное преимущество газетной бумаги — ее низкая стоимость, поэтому она применяется для печати не только газет, но и недорогих изданий, выпускаемых большим тиражом: журналов, школьных тетрадей, справочников и карманных книг.

Офисная бумага. Обычно при выборе офисной бумаги покупатель руководствуется исключительно ее ценой, маркой и привлекательностью упаковки. Подобный подход оправдывает себя довольно редко, поскольку использование бумаги невысокого качества может привести к ее застреванию в принтере или копире, а также к быстрому износу техники. Таким образом, одной из причин поломки может стать неправильно подобранная бумага.

Чистоцеллюлозная бумага. Для полиграфического производства используется множество видов этой бумаги. Хорошо передает цветовую гамму при печати и в минимальной степени подвержена старению, именно поэтому она отлично подходит для печати изданий с большим количеством цветных иллюстраций, а также рассчитанных на длительный срок службы.

Мелованная бумага. Один из наиболее популярных в полиграфии (особенно в рекламной) тип бумаги. Имеет поверхность, покрытую *специальной пастой*, чтобы скрыть *волокна*. Это может

быть тонкий слой *белой глины (каолина)* с добавками химикатов. Бумага при этом получается гладкой, с ровной поверхностью для печатания и с очень высоким показателем белизны. Может иметь несколько слоев мелования и гляцевую либо матовую поверхность. Мелованная бумага представляет собой бумагу-основу с нанесенным на нее покровным слоем из белых *пигментов и клеящих веществ*. Мелование бывает различным: односторонним, двухсторонним, однократным, многократным и т. д. За счет предварительного каландрирования бумаги-основы и высококачественного каландрирования после нанесения *мела* бумага приобретает гладкость. Это свойство придает ей высокую разрешающую способность и снижает *впитываемость краски*, что позволяет печатать изображения с большими линиятурами, а это очень важно при печати многоцветной художественной и рекламной продукции.

Синтетическая бумага. Объединяет в себе свойства обычной бумаги и *синтетической пленки*. Благодаря этому сочетанию она обладает высокой *прочностью, износоустойчивостью и эластичностью*. Синтетическая бумага не пачкается и не изнашивается от интенсивного использования.

Дизайнерская бумага. Находит применение в секторе рекламной представительской продукции. Эта бумага может иметь самую разнообразную текстуру. Существует *металлизированная бумага под золото или серебро*, бумага с перламутровым блеском, бумага с тиснением, с включенными *волокнами растений*, а также бумага с *особой обработкой поверхности под ткань, кожу, замшу* и т. д.

Типографская бумага (для высокой печати). Разработана на основе *древесной целлюлозы* или с добавлением 20–75 % *древесной массы*, белая, малоклееная, *среднезольная* или *повышенной зольности*, машинной гладкости, каландрированная или высококаландрированная. Ее плотность 50–70 г/м². Предназначена для печати текстовой и иллюстрационно-текстовой продукции.

Бумага для глубокой печати. Белая *чистоцеллюлозная, слабоклееная, высокозольная*, обладающая ровной сомкнутой (*мелкопористой*) *поверхностью*, каландрированная. Ее плотность 60–220 г м². Предназначена для печатания иллюстрационно-текстовых изданий и изобразительной продукции.

Обложечная бумага. Светопрочная, *чистоцеллюлозная* или с содержанием до 40 % *древесной массы*, клееная, *малозольная* с небольшой усадкой и скручиваемостью при одностороннем увлажнении, каландрированная и машинной гладкости. Предназначена для изготовления обложек (140–200 г/м²) и склейки переплетных крышек (80–120 г/м²).

Форзацная бумага. Клееная, *среднезольная чистоцеллюлозная*, машинной гладкости или каландрированная, отличается повышенным сопротивлением излому, ограниченной скручиваемостью после одностороннего увлажнения. Ее плотность 80–160 г/м². Предназначена для изготовления форзацев книг.

Картографическая бумага. Композиция на основе *древесной целлюлозы* и из *хлопкового линта* (отхода хлопкового производства), *малозольная, клееная*, машинной гладкости или каландрированная, прочная в сухом и влажном состоянии, повышенной белизны. Ее плотность 85–160 г/м². Предназначена для печатания гидро-, топо-, географических и других карт и атласов офсетным способом.

Писчая бумага. Белая или цветная, *чистоцеллюлозная* (с добавлением *целлюлозы* из *хлопкового линта*) или содержащая небольшую часть *древесной массы*, клееная, машинной гладкости или каландрированная. Ее плотность 45–80 г/м². Предназначена для изготовления бланков, унифицированных систем документации, бумажно-беловых изделий, бумаг потребительских форматов, школьных тетрадей и т. п.

Документная бумага. На основе *льнопеньковых* и *хлопковых волокон*, *малозольная, высококлеенная*, иногда с водяными знаками, долговечная, стойкая к механическим воздействиям. Предназначена для печатания денежных знаков, облигаций, банковских чеков и других документов.

Баритованная бумага. Белая или подцвеченная *красителем* толстая бумага с баритовым (из *сернокислого бария*) покровным слоем, нанесенным на *чистоцеллюлозную, малозольную, высококлеенную* основу повышенной белизны для улучшения качества поверхности. Используется в качестве основы фотобумаги.

Ватманская бумага (ватман). Белая чертежная высокосортная ручного отлива на основе механически обработанного тряпья (*тряпичной полумассы*) с поверхностной проклейкой. Отличается большим сопротивлением к истиранию и шероховатой поверхностью. Предназначена для чертежных работ, выполняемых карандашом, тушью и акварельными красками.

Веленевая бумага. Белая писчая высокосортная бумага. Используется для рисования миниатюр, пастельной живописи, графических работ, изданий улучшенного типа.

Верже — белая или цветная бумага, *целлюлозная* высокосортная с водяными знаками в виде близко расположенных узких полос, иногда пересеченных под прямым углом к машинному направлению, с редко расположенными полосами. Предназначена для изготовления подарочных изданий, а также форзацев и суперобложек книг.

Ценные бумаги. Специальная бумага для печатания изданий типа облигаций, акций, денежных банкнот и т. д. Часто имеет так называемые “водяные знаки”, видимые на просвет.

Фетр. Бумага с фетровой поверхностью. Немелованная бумага, имеет более глубокую текстуру, наиболее часто применяется для изготовления обложек. Хорошо подходит для тиснения, поскольку при этом текстура спрессовывается и образуется разница в рельефе поверхности за счет либо вдавленного, либо выпуклого изображения.

Эстампная бумага. С ограниченной линейной и остаточной деформацией *при увлажнении*, предназначена для печатания художественных гравюр.

Этикеточная бумага. Малоклеенная или клееная, одно- или двусторонней гладкости, односторонне мелованная, с ограниченной *поверхностной впитываемостью*, с линейной деформацией *при увлажнении* и скручиваемостью при одностороннем *смачивании водой*. Ее плотность 45–120 г/м². Предназначена для печатания этикеток способами высокой и офсетной печати.

Крафт-бумага. Особый вид оберточной бумаги на основе очень крепкой так называемой *крафт-целлюлозы*. Отличается высокой механической прочностью. Предназначена для обертки, упаковки.

По другому подходу, учитывающему специфику продукции, виды бумаги подразделяют на уже упоминавшуюся ранее мелованную бумагу, а также на перечисленные ниже.

Бумага с покрытием. Имеет на поверхности специальную *полимерную пленку* различных цветов. Обладает высокой отражательной способностью (блеском). Используется для производства визиток, папок и обложек. Бумага с покрытием, используемая для повседневной цветной печати, подходит для самых разнообразных целей — от пробных цветowych дизайнерских отпечатков и постеров для внутренней рекламы до архитектурных проектов, карт и чертежей. Идеальный выбор для печатания цветных чертежей, иллюстраций с не очень высокой плотностью заливки.

Бумага для тиснения. В современной полиграфии тиснением называют создание изображения на бумаге, картоне, коже, пластике и других переплетных материалах (*ледерин, коленкор, бумвинил*) давлением, нагретым до определенной температуры клише, с использованием фольги и краски или без них. Виды тиснения можно классифицировать по степени деформации материала. В настоящее время различают три основных вида тиснения: фольгой, блинтом и конгрев. Каждый вид может использоваться как самостоятельно, так и в сочетании друг с другом. Тиснение применяется при печати на визитках, открытках, наклейках, этикетках, бланках, упаковке (бумажной и картонной), а также для брэндирования сувенирной продукции: ежедневников, еженедельников, планнингов, визитниц, портмоне и других изделий.

Самоклеящаяся бумага. Имеет на оборотной стороне *адгезионный слой*, который закрыт легко снимаемой защитной бумагой. Бывает разных цветов, мелованная и немелованная, металлизированная и прозрачная. Различается также по виду используемого *адгезионного слоя*: легко снимаемая или для постоянной наклейки. Самоклеящаяся бумага разработана для применения в копировальных аппаратах, различных типах принтеров, включая струйные и лазерные. Универсальная самоклеящаяся бумага обладает следующими свойствами: имеет нерасплывающуюся, *термоустойчивую клеевую основу*, ровную поверхность, прямой беспыльный срез,

обеспечивает хорошее сцепление бумаги с неровными, неполяризованными поверхностями даже при низких температурах; хорошо притягивает тонер; отличается идеальной проходимостью во всех типах принтеров. Она используется при рассылке большого количества почтовой корреспонденции, для оформления разнообразной продукции и т. п. Наиболее известные применения самоклеящихся бумаг — реклама в транспорте, этикетки на пластиковую и стеклянную тару, наклейки на корпуса приборов.

Самокопирующая бумага. Особый сорт бумаги, который позволяет копировать оригинал документа при письме ручкой либо на пишущей машинке (матричном принтере) без использования копировальной бумаги. Для таких документов применяется бумага разного цвета на каждый последующий лист. Важны расположение и порядок следования этих листов. Бумага имеет очень низкую плотность (обычно 45 г/м²), чем обусловлен ряд проблем при печати, особенно при низкой влажности. Кроме того, резка такой бумаги тоже должна выполняться очень аккуратно: под действием большого давления в зоне прижима и реза может произойти копирование, и края листов станут черными. Принцип действия: верхний лист имеет на оборотной стороне невидимый слой с красящими микрокапсулами. Под давлением при письме или печати капсулы вскрываются, освободившаяся жидкость проникает в *абсорбционный слой* следующего листа и вызывает реакцию окрашивания. Средний лист на лицевой стороне имеет *каолиновую прослойку* для фиксации красителя, а на оборотной — слой с микрокапсулами. Таким образом, средние листы обладают и принимающими и передающими свойствами. Использование средних листов позволяет получить необходимое количество копий в одном бланке. Нижний лист имеет только *каолиновое покрытие* лицевой стороны.

Самокопирующие бумаги поставляются в различных форматах белого или других цветов для листовой офсетной печати, а также различной ширины и длины рулона для обработки на машинах для печати формуляров. Эти бумаги предлагаются для производства бланочных наборов во многих областях со следующими наименованиями:

CB-бумага (Coated Back). Верхний лист. Обратная сторона листа этого типа бумаги снабжена покрытием из микрокапсул, связующего вещества и прокладкой;

CFB-бумага (Coated Front and Back). Средний лист. Этот тип бумаги покрыт на лицевой стороне тем же слоем, что и на оборотной стороне;

CF-бумага (Coated Front). Нижний лист. Бумага этого типа покрыта красковоспринимающим слоем исключительно на лицевой стороне;

SC-бумага (Self Contained). Однолистный тип. Верхняя сторона этой бумаги покрыта как веществом, отдающим краску, так и веществом, принимающим краску;

SC-CB-бумага (Self Contained — Coated Back). Промежуточный тип листа. Верхняя сторона покрыта слоем вещества, отдающим и принимающим краску, а обратная сторона — слоем с микрокапсулами.

Синтетическая бумага. Необычность синтетической бумаги состоит в том, что ей присущи печатные свойства обычной бумаги и *синтетической пленки*: износоустойчивость, эластичность и прочность. Эта особенность позволяет использовать синтетическую бумагу, когда ни обычная целлюлозная бумага, ни синтетическая пленка не подходят. Однако рассчитывать, что синтетическая бумага в будущем полностью заменит целлюлозную, пока не приходится: основной ее недостаток — слишком высокая по сравнению с обычной бумагой стоимость.

Синтетическая бумага очень устойчива к внешним воздействиям, что делает ее идеальным материалом для применения вне помещений. Она выдерживает любые климатические условия, что очень важно для многих регионов мира и России. Поскольку при ее изготовлении не используются *волокна и впитывающие жидкость* покрытия, то этот материал также отличается высокой *влагостойкостью*. Помимо этого на синтетическую бумагу не оказывают воздействия *химические растворители*.

Поверхность этой бумаги абсолютно ровная и не деформируется при печати в несколько прогонов. Благодаря высокой гладкости

поверхности на ней возможна печать изображений с очень подробной детализацией при высоком разрешении. Специфические же свойства *полимерного материала*, из которого изготавливается синтетическая бумага, делают ее очень износостойкой, прочной на изгиб и растяжение. Смять такую бумагу также непросто, особенно если она высокой плотности. При использовании синтетической бумаги отпадает необходимость в ламинировании, поскольку здесь не требуется дополнительной защиты. Отпечатанные на ней изображения надолго сохраняют красочность, яркость и контрастность.

Главным образом синтетическую бумагу предпочитают обычной, когда это оказывается целесообразно с финансовой точки зрения. Так, срок годности отпечатанных на синтетической бумаге рекламных материалов намного дольше, чем выполненных на обычной бумаге. Более того, отпечатанные на синтетической бумаге рекламные материалы: флайеры, постеры, плакаты и прочее — не будут деформироваться, а потому надолго сохранят свою привлекательность.

Синтетическая бумага — идеальный материал для различных видов этикеток и упаковки. Благодаря свойствам этого материала, в частности его прочности и износостойкости, упаковка из синтетической бумаги как нельзя лучше подходит для *пищевых продуктов глубокой заморозки*. Еще одно довольно важное свойство синтетической бумаги заключается в том, что она может находиться в прямом контакте с пищевыми продуктами, т. е. использование дополнительных материалов в упаковке не требуется. Хорошо подходит она и для упаковки *жиросодержащих продуктов*, таких как ветчина, масло, сыр и др.

Очень часто на синтетической бумаге печатают карты: географические, туристические, топографические, игральные. Поскольку эта бумага обладает высокой прочностью на изгиб, отпечатанные на ней туристические карты могут служить вечно — сколько их ни складывай. Они не выгорят на солнце и не промокнут от дождя. То же относится и к игральным картам: они не потреплются от частого использования, не станут засаленными.

Синтетическая бумага может послужить хорошим материалом для воплощения в жизнь смелых дизайнерских находок. Благодаря необычной поверхности она смотрится довольно интересно, и при условии ее грамотного использования дизайнером отпечатанная на ней представительская продукция приобретет особый, ни с чем не сравнимый лоск. Долговечность продукции, отпечатанной на синтетической бумаге, гарантирует, что не возникнет потребности в ее замене на новую. В большинстве случаев для печати на синтетической бумаге можно использовать обычные *печатные краски*, однако рекомендуется обязательно сделать пробный отпечаток. Наилучших результатов можно добиться, применяя для печати на *синтетических материалах УФ-краски* или специальные краски.

Самоочищающаяся бумага. Специалисты компании Xerox предложили способ печати, при котором изображение держится всего один день, а затем бумага может быть использована повторно. Технология пока находится на предварительной стадии разработки, но уже демонстрирует возможности, благодаря которым могут быть стерты различия между бумажными документами и цифровыми дисплеями, что приведет к значительной экономии бумаги. Экспериментальная технология, разработанная исследовательским центром Xerox в Канаде и PARC (научно-исследовательский центр компании в Пало-Альто), может со временем найти широкое применение в печати электронных писем, Internet-страниц и других повседневных документов, которые просматриваются лишь один раз. Согласно подсчетам специалистов Xerox, на их долю приходится две из пяти распечатываемых в офисах страниц. Для разработки такой бумаги исследователям было необходимо найти способы создания временных изображений. Поворотным моментом в ходе исследования стало *получение соединений*, которые меняют цвет при поглощении световых волн определенной длины, а затем постепенно пропадают. На данном этапе изображение на бумаге исчезает по прошествии 16–24 ч с момента печати. Временные документы — это часть проекта, в рамках которого компания Xerox осуществляет инвестиции в создание “экологичных продуктов”, таких как технология печати твердыми чернилами, оставляющая

на 90 % меньше *отходов*, чем аналогичные лазерные принтеры; энергосберегающие решения; а также технологии, позволяющие экономить бумагу.

Рассмотрим и другой ассортимент бумаги.

Типографская бумага № 1 (80–100 % *беленой целлюлозы* — *растительных волокон, растворенных в воде*) машинной гладкости. Предназначена для печатания текста и штриховых изобразительных материалов. На каландрированной типографской бумаге № 1 возможно воспроизведение полутоновых оригиналов с линиатурой растра до 85 lpi. Высоко каландрированная бумага допускает линиатуру растра до 120 lpi.

Типографская бумага № 2 (25–50 % *беленой целлюлозы* и до 50 % *древесной массы*) машинной гладкости, предназначена для воспроизведения текстовых и штриховых изобразительных материалов; каландрированная — для изданий с полутоновыми иллюстрациями до 85 lpi.

Книжно-журнальная бумага для офсетной печати (смешанная структура с частицами *древесины*). Плотность 60–80 г/м². Рекомендуется для печати монохромных изданий.

Офсетная бумага (100 % *беленой или сульфатной целлюлозы*) машинной гладкости является многоцелевой и применяется для печатания газет, журналов, книг, учебников и т. д. Плотность бумаги обычно составляет 60–220 г/м². Она может быть изготовлена с частичным механическим помолом и не содержать *древесной массы*. Отличительная черта офсетной бумаги — ее стойкость по отношению к *увлажняющему раствору*, что достигается повышенной степенью проклейки. Существует множество разновидностей офсетной бумаги, среди которых каландрированные и суперкаландрированные сорта.

Текстовая бумага. Эта бумага, больше известная как книжная или офсетная, широко применяется также в коммерческой печати и поставляется с большим разнообразием цвета и фактур. Используется для ежегодных отчетов, брошюр, газет, журналов, афиш, технических инструкций и книг.

Картон (гофрокартон) — материал многослойный. Он может иметь два, три, пять, семь слоев. Его делают из *беленой и небеленой*

целлюлозы, белой или бурой *древесной массы*, из *бумажной макулатуры*. *Волокнистые материалы* распределяются с разной последовательностью. Дешевые, менее прочные полуфабрикаты, а именно — *древесная и макулатурная масса*, используются во внутренних слоях. Эти слои служат своеобразной прокладкой и скрепляют верхний и нижний в единое полотно. Применяется покрытие наружного слоя *меловальными пастами*. Лучшая масса — *беленая целлюлоза*, она используется для верхнего слоя картона. Нижний слой также формируется из *целлюлозной массы*, но уже из небеленой. Комбинирование различных сырьевых материалов придает картону бульшие прочность и жесткость.

Жесткость коробочного картона — его важнейшее свойство. Комбинация исходной бумажной массы для картона может быть составлена из *волокнистых материалов хвойных и лиственных пород дерева*. Длинные волокна целлюлозы хвойных пород в смеси с короткими волокнами целлюлозы лиственной древесины составляют картонное полотно, соответствующее всем требованиям и необходимое в таком процессе, как изготовление коробок для *продуктов пищевой промышленности*. Картон обладает бульшими толщиной, весом и жесткостью, чем бумага. Их условно разделяют в зависимости от толщины листа (0,3–0,4 мм) или от плотности (250–300 г/м²). Важно знать, что из-за несимметричной структуры картон очень сильно подвержен короблению при колебаниях *влажности*, поэтому к условиям его хранения и акклиматизации предъявляются повышенные требования.

Упаковка из картона и гофрокартона легкая и удобная, она позволяет существенно сократить порчу продовольственных товаров, потери при перевозках, повышает культуру торговли. Картон по сравнению с другими упаковочными материалами (*деревом, металлом, кожей, тканями* и т. д.) имеет ряд существенных преимуществ: относительно дешево и доступно исходное сырье, возможно получение материала с заранее заданными *физико-механическими* и другими потребительскими свойствами. Технология производства картона практически полностью автоматизирована и не связана с бульшими затратами труда.

Картонная тара легко утилизируется и до 80 % ее в виде макулатуры повторно используется, что имеет огромное ресурсосберегающее и экологическое значение. В соответствии с “Общероссийским классификатором продукции” (ОК 005–93) картон относится к классу 54 (продукция целлюлозно-бумажной промышленности) и делится на семь подклассов. Европейские производители чаще всего пользуются классификацией картонов по способу производства (составу). Выделяют три основных сорта, соответственно имеющих аббревиатуру SBB (SBS), FBB и WLC. Приведем краткие характеристики каждого сорта картона.

SBB (SBS) — *solid bleached board (solid bleached sulphate)* — цельный *чистоцеллюлозный картон* (SBS — из *беленой сульфатной целлюлозы*), состоящий из двух-четырех слоев. Он имеет одностороннее мелование, обратная сторона, как правило, без покрытия или иногда легко мелованная. Белизна (яркость) наружного слоя — 90 % по ISO, масса 1 м² — 180–300 г. Используется преимущественно в упаковочной промышленности и для нанесения изображения на лицевую часть. Основная особенность этого сорта картона — *отсутствие примесей в составе*, что обеспечивает хороший внешний вид лицевой стороны. Поэтому картон SBB рекомендуется применять для изготовления красивой упаковки в парфюмерии, табачной и пищевой промышленности.

FBB — *folding boxboard* — коробочный картон (иногда его называют хром-эрзац), предназначенный для изготовления складной тары. Состоит из трех (реже четырех) волокнистых слоев. Верхний слой картона изготавливается из *беленой хвойной или лиственной целлюлозы*, он может быть мелованным или без покрытия. Средний слой содержит механическую массу. В последнее время европейские производители отдают предпочтение *химико-термомеханической массе* (СТМР). Нижний (оборотный) слой либо кремового, либо белого цвета, обычно из беленой целлюлозы. Как правило, белый нижний слой картона имеет легкое мелование. Путем комбинирования свойств механической массы среднего слоя и целлюлозы верхнего и нижнего слоев достигается высокая жесткость, что позволяет использовать его в той же сфере, что и *чистоцеллюлозный*

картон — в косметической, фармацевтической, табачной промышленности. Картон FBB имеет массу 1 м² 160–450 г, но чаще 250–270 г.

WLC — *white lined chipboard (recycled fibre-based board)* — *макулатурный мелованный картон*, состоящий из четырех и более волокнистых слоев и содержащий до 60–100 % макулатурной массы. Верхний и нижний слои изготавливают из бумажной макулатуры высшего качества, в то время как средний (а иногда и нижний) слой состоит в основном из менее качественного вторичного сырья. Масса 1 м² макулатурного мелованного картона составляет 200–600 г, наиболее популярен картон массой 1 м² 250 и 300 г. Белизна наружной стороны WLC составляет 82–85 % по ISO. Следует иметь в виду, что *макулатурные слои упаковочных картонов не допускаются к прямому контакту с пищевыми продуктами*. Как правило, макулатурные картоны используются для массового производства, где требования к снижению стоимости упаковки особенно жесткие: продукты питания (чай, кофе, пельмени), пачки для недорогих табачных изделий, коробки для стиральных порошков, лекарственных препаратов, детских игр...

4.2. Характеристики и структура бумаги

Бумага — важнейший полиграфический материал, она должна отвечать всем технологическим, потребительским, экономическим и экологическим требованиям, предъявляемым к таким материалам. Таким образом, правильно подобранная бумага должна обладать комплексом свойств, определяющих *качество данной полиграфической продукции* в соответствии с условиями ее использования, с учетом экологических норм и правил.

Качество печати определяется как степень соответствия внешнего вида и других свойств оттиска желаемому результату. Качество печати зависит от сочетания многих параметров, характеризующих процесс печатания, в том числе и от свойств бумаги. Элементы, определяющие качество воспроизведения изображения: контраст печати; насыщенность цвета; глянец краски; однородность

поверхности. Свойства бумаги, определяющие эти элементы: белизна; яркость; глянец; гладкость; впитываемость.

Бумага различается по толщине или по массе одного квадратного метра (г/м^2). По принятой классификации масса 1 м^2 печатной бумаги может составлять от 40 до 250 грамм, если она более 250 г/м^2 — это уже картон.

Печатные свойства бумаги — это свойства, определяющие ее поведение до печати (т. е. прохождение через бумагопроводящую систему печатной машины), во время печати (взаимодействие бумаги с печатной краской и процесс закрепления изображения) и после нее (операции фальцовки, брошюровки, подрезки, а также эксплуатационные характеристики готовой продукции). *Показатели качества бумаги*, определяющие ее печатные свойства, могут быть объединены в следующие группы:

геометрические: гладкость, толщина и масса 1 м^2 , *плотность и пористость*;

оптические: белизна, непрозрачность, лоск (глянец);

механические (прочностные и деформационные): прочность поверхности к выщипыванию, разрывная длина или *прочность на разрыв*, *прочность на излом*, *влагопрочность*, мягкость и упругость при сжатии и т.д.;

сорбционные: *гидрофобность* — *стойкость к действию воды*, *впитывающая способность растворителей печатных красок*.

Пригодность к печати. Это способность бумаги проходить через печатную машину без потери ее производительности или увеличения простоев. Она может быть определена как совокупность свойств бумаги, приспособленных для правильного воспроизведения изображения в конкретном печатном процессе.

Все эти показатели имеют прямую зависимость друг от друга. Степень их влияния на оценку печатных свойств бумаги различна для различных способов печати.

Бумагу часто классифицируют по степени отделки поверхности. Это может быть бумага без отделки — матовая, бумага машинной гладкости и глазированная (иначе — каландрированная) бумага, которую дополнительно обрабатывали в суперкаландрах для придания ей высокой плотности и гладкости.

4.2.1. Геометрические свойства бумаги

Гладкость бумаги, т. е. микрорельеф, микрогеометрия ее поверхности, определяет “разрешающую способность” бумаги: ее способность передавать без разрывов и искажений тончайшие красочные линии, точки и их комбинации. Это одно из важнейших печатных свойств бумаги. Чем выше гладкость бумаги, тем больше полнота контакта между ее поверхностью и печатной формой, тем меньшее давление нужно приложить при печатании, тем выше качество получаемого изображения. Гладкость бумаги определяется в секундах с помощью пневматических приборов или профилограмм, дающих наглядное представление о характере поверхности бумаги. Различные способы печати предъявляют к бумаге различные требования по гладкости. Так, каландрированная типографская бумага должна иметь гладкость от 100 до 250 с, а офсетная бумага той же степени отделки может иметь гладкость гораздо ниже — 80–150 с. Бумага для глубокой печати отличается повышенной гладкостью, которая составляет от 300 до 700 с. Газетная бумага не может быть гладкой в силу *высокой пористости*. Существенно улучшает гладкость поверхности нанесение любого покровного слоя — будь то *поверхностная проклейка, пигментирование*, легкое или простое мелование, которое в свою очередь может быть различным: односторонним и двухсторонним, однократным и многократным и т.д.

Поверхностная проклейка — это нанесение на поверхность бумаги тонкого слоя *проклеивающих веществ* (масса покрытия составляет до 6 г/м^2) с целью обеспечения высокой прочности поверхности бумаги, предохраняющей ее от выщипывания отдельных волокон липкими красками, а также для уменьшения деформации бумаги *при увлажнении* с целью обеспечения точного совпадения красок в процессе многокрасочной печати. Особенно это важно при офсетной и литографской печати, когда бумага подвергается увлажнению водой в процессе печати.

Пигментирование и мелование бумаги отличаются только массой наносимого покрытия. Так, считается, что масса покровного слоя в пигментированных бумагах не превышает 14 г/м^2 , а в мелованных достигает 40 г/м^2 . Меловой слой отличается высокой

степенью белизны и **гладкости**. Высокая гладкость — одна из наиболее важных характеристик мелованных бумаг. Их гладкость достигает 1000 с и более, а высота рельефа не превышает 1 мкм. Показатель гладкости не только обеспечивает оптимальное взаимодействие бумаги и краски, но и улучшает оптические свойства поверхности, воспринимающей красочное изображение. Высокая гладкость мелованной бумаги позволяет вести печать с хорошей пропечаткой при малых толщинах красочного слоя.

Величина, обратная гладкости, — **шероховатость**, измеряется в микрометрах. Она напрямую характеризует микрорельеф поверхности бумаги. Как правило, в технических спецификациях бумаги указывают одну из двух этих величин.

Важная геометрическая характеристика бумаги, наряду с толщиной и массой 1 м^2 — **пухлость**. Она характеризует степень спрессованности бумаги и очень тесно связана с такой оптической характеристикой, как непрозрачность. Чем пухлее бумага, тем она более непрозрачна при равной плотности. Пухлость измеряется в $\text{см}^3/\text{г}$. Пухлость печатных бумаг колеблется в среднем от 2 $\text{см}^3/\text{г}$ (для рыхлых, пористых) до 0,73 (для высокоплотных каландрированных бумаг).

На практике это означает, что если брать более пухлую бумагу меньшей плотности, то при равной непрозрачности в тонне бумаги будет больше листов.

Пористость непосредственно влияет на *впитывающую способность* бумаги, т. е. на ее способность воспринимать печатную краску, и вполне может служить характеристикой *структуры бумаги*. Бумага — *пористо-капиллярный материал*, при этом различают макро- и микропористость. *Макропоры, или просто поры*, — это пространства между волокнами, заполненные *воздухом и влагой*. *Микропоры, или капилляры*, — мельчайшие пространства неопределенной формы, пронизывающие покровный слой мелованных бумаг, а также образующиеся между частичками наполнителя или между ними и стенками *целлюлозных волокон* у немелованных бумаг. *Капилляры* есть и *внутри целлюлозных волокон*. Все немелованные, не слишком уплотненные бумаги, например газетная — макропористые.

Общий объем пор в таких бумагах достигает 60 % и более, а средний радиус пор составляет 0,16–0,18 мкм. Такие бумаги хорошо *впитывают краску*, благодаря своей рыхлой структуре, т. е. сильно развитой внутренней поверхности.

Мелованные бумаги относятся к микропористым, иначе — *капиллярным бумагам*. Они тоже хорошо впитывают краску, но уже под действием сил капиллярного давления. Их пористость составляет всего лишь 30 %, а размер пор не превышает 0,03 мкм. Другие виды бумаги занимают промежуточное положение. Практически это означает, что при печати на офсетной бумаге в поры проникают как *растворители*, содержащиеся в краске, так и *красящие пигменты*. Таким образом, *концентрация пигмента* на поверхности невелика и невозможно добиться насыщенных цветов. При печати на мелованной бумаге диаметр пор мелованного слоя настолько мал, что в поры впитываются только *растворители*, в то время как частицы пигмента остаются на поверхности бумаги. Поэтому изображение получается очень насыщенное.

4.2.2. Оптические свойства бумаги

Особое место в структуре печатных свойств бумаги занимают ее оптические свойства. К ним относятся: цвет (белизна), лоск, прозрачность и светопроницаемость. Важность этих свойств определяется тем, что бумага — носитель визуализированной (текстовой, изобразительной) информации.

Белизна — способность бумаги отражать свет рассеянно и равномерно во всех направлениях. Высокая белизна для печатных бумаг весьма желательна, так как четкость, удобочитаемость издания зависят от контрастности запечатанных и пробельных участков оттиска.

При многокрасочной печати цветовая точность изображения, соответствие оригиналу возможны только при печатании на достаточно белой бумаге. Для повышения белизны в дорогие высококачественные бумаги добавляют так называемые *оптические отбеливатели* — *люминофоры*, а также синие и фиолетовые *красители*,

устраняющие желтоватый оттенок, присущий целлюлозным волокнам. Этот технологический прием называют подцветкой. Так, мелованные бумаги без оптического отбеливателя имеют белизну не менее 76 %, а с оптическим отбеливателем — не менее 84 %. Печатные бумаги с содержанием *древесной массы* должны иметь белизну не менее 72 %, а газетная бумага может быть недостаточно белой. Ее белизна составляет в среднем 65 %.

Еще одно важное практическое свойство печатной бумаги — **непрозрачность**. Особенно важна непрозрачность при двухсторонней печати. Для повышения непрозрачности подбирают *композицию волокнистых материалов*, комбинируют степень их помола, вводят наполнители.

К оптическим свойствам бумаги относится также ее **лоск**, или **глянец**. Лоск, или глянец, — это результат зеркального отражения поверхностью бумаги падающего на нее света. Естественно, это тесно связано с *микрогеометрией поверхности*, т. е. с гладкостью бумаги. Обычно с повышением гладкости лоск тоже увеличивается. Однако эта связь неоднозначна, поскольку гладкость определяется механическим способом, а лоск — это оптическая характеристика. Глянец глазированной бумаги может составлять 75–80 %, а матовой — до 30 %.

Большинство потребителей печатной продукции отдают предпочтение глянцевым бумагам, однако глянец нужен в изданиях далеко не всегда. Так, при воспроизведении текста или штриховых иллюстраций применяют бумагу с минимальным глянцем, например бумагу машинной гладкости, а различные проспекты, этикетки, репродукции с картин прекрасно получаются на бумаге с высоким глянцем.

4.2.3. Механические свойства бумаги

Следующая группа печатных свойств — это механические свойства бумаги, которые можно подразделить на *прочностные и деформационные*. Деформационные свойства проявляются при воздействии на материал внешних сил и характеризуются временным

или постоянным изменением формы или объема тела. Основные технологические операции полиграфии сопровождаются существенным деформированием бумаги, например: растяжением, сжатием, изгибом. От того, как ведет себя бумага при этих воздействиях, зависит нормальное (безаварийное) течение технологических процессов печатания и последующей обработки печатной продукции. Так, при печатании высоким способом с жестких форм при больших давлениях бумага должна быть мягкой, т. е. легко сжиматься, выравниваться под давлением, обеспечивая наиболее полный контакт с печатной формой.

Мягкость бумаги связана с ее структурой, т. е. с ее плотностью и пористостью. Так, крупнопористая газетная бумага при сжатии может деформироваться до 28 %, а у плотной мелованной бумаги деформация сжатия не превышает 6–8 %. Для высокой печати важно, чтобы эти деформации были полностью обратимыми, т. е. после снятия нагрузки бумага полностью восстанавливала бы первоначальную форму. В противном случае на оттиске видны следы обратного рельефа, свидетельствующие о том, что в структуре бумаги произошли серьезные изменения. Если же бумага предназначена для отделки тиснением, то целью становится, наоборот, остаточная деформация, а показателем качества является ее необратимость, т. е. устойчивость рельефа тиснения.

Для офсетной печати на высокоскоростных ротационных машинах очень важны прочностные характеристики бумаги, а именно: прочность на разрыв, на излом, стойкость к выщипыванию, влагостойкость. **Прочность** бумаги зависит не от прочности отдельных компонентов, а от прочности самой структуры бумаги, которая формируется в процессе бумажного производства. Это свойство характеризуется обычно разрывной длиной в метрах или разрывным усилием в ньютонах. Так, для более мягких типографских бумаг разрывная длина составляет не менее 2500 м, а для жестких офсетных она возрастает уже до 3500 м и более.

Бумаги, предназначенные для плоской печати, должны иметь минимальную **деформацию при увлажнении**, так как по условиям технологии печатного процесса они соприкасаются *увлажненными*

поверхностями. Бумага — материал гигроскопичный. При увеличении влажности ее волокна набухают и расширяются, главным образом по диаметру, бумага теряет форму, коробится и морщится, а при высушивании происходит обратный процесс: бумага дает усадку, в результате чего меняется формат. *Повышенная влажность* резко снижает механическую прочность бумаги на разрыв, бумага не выдерживает высоких скоростей печатания и рвется. Изменение влажности бумаги в процессе многокрасочной печати приводит к несовмещению красок и к нарушению цветопередачи.

Для повышения **влагостойкости** бумаги в состав бумажной массы при изготовлении добавляют *гидрофобные вещества* (эта операция называется *проклейкой в массе*) или же проклеивающие вещества наносятся на поверхность уже готовой бумаги (поверхностная проклейка). Хорошо проклеиваются офсетные бумаги и особенно те из них, которые используются в условиях резкого изменения климата, например картографические бумаги.

4.2.4. Сорбционные свойства бумаги

Одно из важнейших свойств печатной бумаги — ее *впитывающая способность*. Правильная оценка впитывающей способности означает выполнение условий своевременного и полного закрепления краски и, как результат — получение качественного оттиска.

Впитывающая способность бумаги в первую очередь зависит от ее *структуры*, так как процессы взаимодействия бумаги с печатной краской принципиально различны. Прежде чем говорить об особенностях этого взаимодействия в тех или иных случаях, необходимо еще раз вспомнить основные типы структур современных печатных бумаг. Если изобразить структуры бумаги в виде шкалы (рис. 4.1), то на одном из ее концов разместятся макропористые бумаги, состоящие целиком из *древесной массы*, например газетные. Другой конец шкалы, соответственно, займут *чистоцеллюлозные микропористые бумаги*, например мелованные. Немного левее расположатся чистоцеллюлозные немелованные бумаги, тоже микропористые, а все остальные займут оставшийся промежуток.

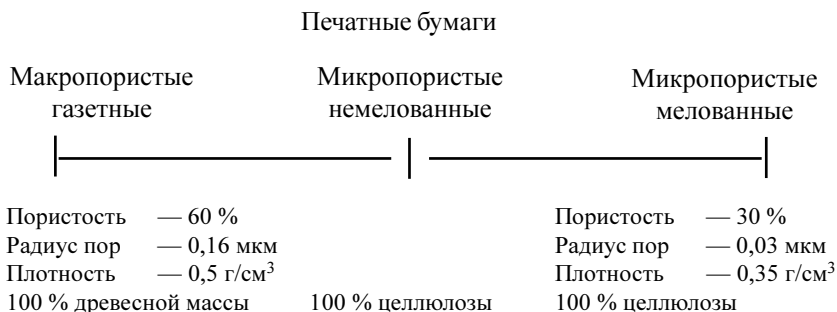


Рис. 4.1. Шкала структуры бумаги

Макропористые бумаги хорошо воспринимают *краску*, *впитывая* ее как единое целое. Краски для них нужны *маловязкие*. *Жидкая краска* быстро заполняет крупные поры, впитываясь на достаточно большую глубину, причем чрезмерное ее впитывание может даже вызвать “пробивание” оттиска, т. е. изображение становится видно с оборотной стороны листа. *Повышенная макропористость* бумаги нежелательна, например, при иллюстрационной печати, когда чрезмерная впитываемость приводит к потере насыщенности и глянцеvitости краски. Для микропористых (капиллярных) бумаг характерен механизм так называемого “избирательного впитывания”, когда под действием *сил капиллярного давления* в микропоры поверхностного слоя бумаги впитывается преимущественно *маловязкий компонент краски (растворитель)*, а пигмент и пленкообразователь остаются на поверхности бумаги. Именно это и требуется для получения четкого изображения. Так как механизм взаимодействия бумага–краска в этих случаях различен, для мелованных и немелованных бумаг готовят различные краски.

Большое количество печатных изделий, использующих бумагу и картон, делится на такие обширные категории, как реклама, информация, распространение информации, деловые операции, ведение учета, упаковка и домашнее пользование. Определение требований к бумаге для разных категорий и ассортимента может быть только комплексным процессом.

4.2.5. Кисотно-основные и гигроскопические свойства бумаги

Кисотно-основные свойства бумаги в первую очередь определяются величиной pH (см. разд. 1.3). Значение показателя pH бумаги зависит от процесса ее производства. *Кислотным способом* изготавливают бумагу с показателем pH в диапазоне 4–6, в то время как *щелочным способом* — бумаги с показателем pH от 7 и более. Значение pH бумаги может быть определено с помощью pH-метра. При производстве и использовании бумаги имеется много областей контроля pH. Контроль pH в узком диапазоне требуется в процессе многоступенчатой *отбели* волокнистой массы и при приготовлении композиции. Проклейка бумаги в массе с *канифолью* и *квасцами* включает контроль и измерение pH. Немелованная бумага, подвергнутая канифольной проклейке, имеет значение pH ниже 7 и слегка смещенное в сторону кислотности. Бумаги, сделанные с *синтетической проклейкой* и *щелочными наполнителями*, имеют pH около 7 или слегка больше. Низкое значение pH влияет на старение бумаги и сокращает ее “*время жизни*”. Долговечные бумаги и такие, которые используются для архивного хранения, должны иметь pH чуть выше 7.

Значение pH не так важно в тех случаях, когда используются *иные краски*, чем на *высыхающих маслах*. Показатель pH практически не влияет на высыхание красок в процессе с горячей сушкой. Условия с низким значением pH (примерно ниже 4,5), происходящие от использования бумаги с низким pH или слишком кислого увлажняющего раствора печатной машины, могут замедлять или мешать высыханию красок или вызывать *меление* для красок на *высыхающих маслах* и для *быстрозакрепляющихся красок*, применяемых в листовой печати. С другой стороны, проблемы высыхания красок часто связаны с низким pH *увлажняющих растворов*. Значение pH свыше 7, т. е. в *щелочном диапазоне*, могло бы способствовать высыханию красок, содержащих *высыхающие масла*.

Несколько слов о *гигроскопичности бумаги*. Большая внутренняя удельная поверхность бумаги обуславливает возможность сорбции значительного количества *пара* H_2O из влажного воздуха. Это

свойство бумаги называется ее *гигроскопичностью*. *Влажность бумаги* — это массовая доля H_2O в ней, выраженная в процентах. Она сильно влияет на механические свойства бумаги. Слишком сухая бумага жесткая и легко рвется в бумагопроводящих системах полиграфических машин. В зависимости от вида бумаги оптимальной является влажность в диапазоне 4–8 %. При дальнейшем увеличении влажности бумаги происходит *многослойная адсорбция*. При этом прочность бумаги падает. Слишком большая влажность бумаги, кроме того, *активизирует примеси отбеливателей*, что может вызвать нежелательные *взаимодействия с красками или лаками*. При хранении переувлажненной бумаги в ней развиваются *микроорганизмы и плесени*. Таким образом, поддержание оптимальной влажности бумаги — важная задача при полиграфическом производстве.

4.2.6. *Строение (структура) бумаги*

Строение бумаги определяется используемым сырьем и другими компонентами, а также методом ее получения и конструкцией машины. Отметим три особенности бумаги:

1) бумага — пористое твердое тело; она характеризуется анизотропией свойств;

2) бумага имеет неоднородное строение.

Пористые тела характеризуются *удельной внутренней поверхностью* S_{Π} . Удельная внутренняя поверхность — это площадь поверхности пор в 1 г материала (в нашем случае — бумаги). Для большинства видов бумаги она лежит в пределах 1–100 м²/г, что значительно превышает удельную внешнюю поверхность. Известно, что в полиграфии применяют бумагу массой 1 м² примерно от 20 до 200 г. Отсюда *удельная внешняя поверхность* $S_6 = 0,001–0,1$ м²/г. Поскольку $S_{\Pi} \gg S_6$, S_6 можно не учитывать при расчетах или измерениях S_{Π} . Обычно для определения S_{Π} измеряют приведенный к нормальным условиям объем V_m газа, соответствующий *мономолекулярному слою* при физической адсорбции на поверхности твердого тела. Расчет S_{Π} проводят по формуле

$$S_{\Pi} = S_m N_A V_m / m V_0,$$

где m — масса образца; N_A — число Авогадро; S_m — площадь поверхности, соответствующая одной адсорбированной молекуле; V_m — приведенный к нормальным условиям мольный объем газа;

3) бумаге присуща анизотропия. Она обусловлена технологическими процессами изготовления бумаги, в которых физические воздействия на бумажную массу и формирующееся полотно имеют определенные направления. Укажем эти воздействия:

гидромеханические воздействия, приводящие к ориентации волокон целлюлозы преимущественно по направлению течения пульпы в подающей системе, совпадающему с направлением движения полотна;

одномерный (одно- или двусторонний) *массоперенос* по нормали к бумажному полотну при отжати и сушке;

то же для теплопереноса;

то же для прессования в каландрах, когда бумага испытывает несоизмеримые нормальные и касательные напряжения.

Все это приводит к тому, что некоторые свойства бумаги оказываются различными в машинном поперечном и нормальном к поверхности листа направлениях.

Различаются свойства лицевой и сеточной сторон бумаги. Это различие усиливается при односторонней поверхностной проклейке или иной односторонней обработке бумажного полотна и может быть уменьшено при двусторонней поверхностной обработке (например, при *меловании*) и тщательном каландрировании.

Существует и неоднородность строения бумаги (бумажного листа). Она может проявляться на макро-, мезо- и микроуровне. *Макронеоднородность* свидетельствует о нарушении технологического режима. Это брак технологического процесса. Дискретная *микронеоднородность* характеризуется линейным масштабом размера частиц наполнителя. Получить на такой бумаге высококачественное полутоновое изображение невозможно. Дискретная микронеоднородность не уничтожается каландрированием.

Отметим, что дискретная *мезонеоднородность* порождается сетчатой структурой, на которой формируется бумажное полотно.

Ее линейный масштаб ~ 1 мм. Отчасти этот тип неоднородности нивелируется при поверхностном *меловании* и каландрировании.

Как правило, в бумаге отмечается и мезонеоднородность с линейным масштабом на порядок больше сетчатого. Это связано с *неоднородностью концентрации дисперсной фазы* в пульпе при ее подаче на сетку, а также с особенностями стекания и отсасывания воды. Попытка избавиться от такой неоднородности увеличением давления в каландрах, как правило, только ухудшает качество бумаги.

Мезонеоднородность можно установить при использовании физических методов. Для этого следует применить измерение интенсивности проходящего света с помощью соответствующего фотодатчика.

Из геометрических параметров бумажного листа основным является толщина δ . Неоднородность бумаги порождает непостоянство значения δ , которое есть функция координат точки на поверхности листа: $\delta = \delta(x, y)$. Отклонения значения δ на небольшом расстоянии вдоль плоскости листа характеризуют шероховатость поверхности бумаги. Определяют также время, необходимое для истечения определенного объема газа между бумагой и прижатым к нему стеклом. Это время условно называют гладкостью бумаги, или показателем гладкости.

4.2.7. Интегральные и специфические требования к бумаге

При всех различиях требований, предъявленных к бумаге, которые определяются видом производимой из нее печатной продукции и особенностями конкретной полиграфической технологии, все известные виды бумаги для печатания должны удовлетворять прежде всего некоторым общим требованиям. К ним относятся:

отсутствие *макронеоднородности структуры*, морщин, складок, пятен, механических повреждений, соринок площадью более $0,5 \text{ мм}^2$;

прямоугольность, чистота, ровность обреза листа;

оптимальная *влажность* (для большинства видов бумаги — 6–8 %);

нужная механическая прочность и упругость;
достаточные белизна и непрозрачность; светостойкость;
химическая инертность и безвредность;
минимальное абразивное действие на печатную форму.

В России применяются три основных вида волокнистых составов: № 1 — 100 % *беленой целлюлозы*; № 2 — примерно равное соотношение *беленой целлюлозы и древесной массы*; № 3 — 60 % *древесной массы* и 40 % *небеленой целлюлозы*. Отвечающие этим составам виды бумаги предназначаются для печатания изданий с примерным сроком службы 50, 20 и 5 лет, соответственно. Однако на современном российском рынке оперирует много зарубежных поставщиков бумаги, и следует учитывать, что стандарты разных стран на волокнистый состав бумаги различаются.

Имеются большие различия и по массе 1 м² бумаги. На сегодняшний день не существует даже общего мнения о границе между бумагой и картоном по этому показателю. В большинстве стран она находится в пределах 150–250 г/м² (мелованные бумаги могут иметь массу 1 м² 400 г и более).

Для печатания *способом высокой печати* требуется достаточно гладкая бумага (каландрированная или высококаландрированная). При печатании способом высокой печати с жестких форм развиваются значительные деформации сжатия (по площади печатающего элемента) и растяжения (по его периметру). Поэтому бумага для высокой печати не должна быть жесткой. Для издания энциклопедий, словарей, справочников используют особо тонкую бумагу массой 40 г/м² и менее. При ее производстве применяется комбинированная (*гидрофобизирующе-связывающая*) проклейка, используются наполнители (*каолин, двуокись титана* и др.) и *оптические отбеливатели*, что обеспечивает удовлетворение требований по механическим и оптическим показателям. Для обеспечения быстрого закрепления краски газетную бумагу делают пористой и менее плотной, а для улучшения деформационных свойств увеличивают влажность до 8 %.

Для *офсетной печати* возможно применение менее гладкой и мягкой бумаги, чем для высокой печати. Вместе с тем увлажнение

печатной формы требует повышенной *влагостойкости бумаги*. Это достигается увеличением степени проклейки. Во избежание пыления и выщипывания волокон бумаги в печатном процессе необходимо увеличивать *поверхностную прочность структуры* путем использования высококачественного *целлюлозного волокна* и поверхностной связывающей проклейки. Офсетную бумагу не подвергают сильному каландрированию, чтобы не снижать пористость, а следовательно, и *впитываемость краски*.

Географические, топографические, метеорологические, астрономические, исторические и другие карты печатают офсетным способом. Кроме обычных требований, предъявляемых к офсетной бумаге, *картографическая бумага* должна соответствовать условиям использования карт: она должна иметь повышенные *светостойкость, водостойкость* и хорошие *прочностные свойства* (особенно износоустойчивость на излом). Печатание подробных карт возможно лишь на бумаге с минимальной *засоренностью поверхности*. Картографическую бумагу изготавливают из беленой целлюлозы и хлопка.

В способе глубокой печати совокупность пробелов образует гладкую поверхность, а печатающие элементы имеют не только разную площадь, но и разную глубину. Поэтому тоновые градации в этом виде печати обеспечиваются различными объемами краски, которую бумага должна извлекать из углублений печатающих элементов, слегка вдавливаясь в них. Как и в способе высокой печати, бумага для глубокой печати должна обладать высокими *гладкостью и мягкостью*, ее поверхность должна быть особо чистой и не проявлять склонность к пылению. Для восприятия маловязких красок, используемых в глубокой печати, бумага должна иметь *мелкопористую структуру* с узким распределением пор по радиусам, что обеспечивается соответствующим размолотом *волокон клетчатки*, добавлением в пульпу *наполнителей* и каландрированием. Проклейку проводят в небольшой степени (для устранения пыления, закрепления наполнителей и снижения гигроскопичности), поскольку повышенная проклейка снижает мягкость бумаги.

Для получения разными способами печати высококачественной продукции используют *мелованную бумагу*. Ее изготавливают

нанесением на бумагу-основу покровного слоя из *белых пигментов (наполнителей) и клеящих веществ*. Производится мелованная бумага как матовая, так и с высоким глянцем (отделанная в суперкаландрах). В настоящее время на российском рынке кроме отечественной мелованной бумаги имеется множество видов и сортов бумаги, производимой фирмами Финляндии, Швеции, Германии, Великобритании и других стран. *Пигментированная бумага* — это та же мелованная бумага, но с малой массовой долей покровного слоя (3–5 г/м²).

Бурное развитие индустрии упаковки породило изготовление *бумаги для этикеток*. В зависимости от типа (одноразовая или многоразовая), времени и условий эксплуатации упаковки, а также от вида упакованного продукта используются самые разнообразные виды бумаги, которые помимо общих для всех печатных бумаг должны удовлетворять и некоторым специальным требованиям, связанным с нанесением *адгезива* и с возможностью быстрого и несложного удаления этикетки с многоразовых упаковок.

При изготовлении *синтетической бумаги* происходит замена части волокон *целлюлозы* на *полиамидные, полиэтиленовые, полиэфирные, полиакрилонитрильные* и другие *синтетические волокна*. Они отличаются от волокон клетчатки тем, что не поддаются размолу, а могут быть лишь разрезаны до длины 5–10 мм. Введение 50 % синтетических волокон не только делает бумагу *гидрофобной и водостойкой*, но существенно улучшает ее прочностные свойства.

Для производства денежных знаков, банковских чеков, акций, кредитных карт и другой подобной продукции используются *специальные виды бумаг*, в частности бумага с водяными знаками и другими элементами защиты от подделки. Для этих целей все шире применяется синтетическая бумага. Волокнистый состав такого рода бумаг засекречен. Кроме того, малыми партиями производятся и *коллекционные сорта бумаги*. Их изготавливают ручным отливом.

Глава 5

МАТЕРИАЛЫ И ЭТАПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Для изготовления печатной продукции применяются различные *материалы, вещества, технологические среды*. Далее рассмотрим некоторые из них, а также технологические процессы, где они используются.

5.1. Полиграфические краски

Развитие полиграфического производства и способов перенесения изображения на различные *материалы* заставляет производителей создавать все новые и новые печатные краски, и разобраться в огромном ассортименте бывает не просто даже профессионалам.

Печатная краска — один из основных *расходных материалов* полиграфического репродуцирования, применяемых при печати. Изображение, полученное на какой-либо основе, является результатом переноса одной или последовательного наложения нескольких красок (за исключением специальных видов печати, используемых при изготовлении ценных бумаг и денежных знаков) с печатных форм.

Применяемые в различных видах офсетной печати *краски* представляют собой *системы высокой вязкости*. Они состоят из *цветных пигментов, связующего вещества, добавок и растворителя*. Цветные пигменты имеют *органическую* или *неорганическую*

природу. Они определяют цветовой тон печатной краски. Пигменты состоят из твердых частиц неправильной формы размерами от 0,1 до 2 мкм. *Связующие вещества* необходимы, чтобы пигмент, находящийся в краске в виде порошка, мог закрепляться на запечатываемом материале. Кроме того, связующие вещества образуют *защитную пленку*, препятствующую механическому истиранию красочного слоя на оттиске.

В зависимости от технологических особенностей печатного процесса и свойств запечатываемого материала связующее вещество изготавливается по определенным рецептурам из соответствующего сырья. Используемые для изготовления печатных красок *связующие вещества* называются “*фирнисами*”. Сама рецептура, подготовка и комбинация отдельных видов сырья и составляют собственное ноу-хау изготовителей печатных красок. Добавки вводятся в печатные краски, чтобы целенаправленно влиять на их особые свойства. Называемые также “*вспомогательными средствами*” добавки применяются главным образом тогда, когда возникают особые трудности в печатном процессе.

Роль *растворителя* в офсетных красках выполняют *минеральные масла*. Они формируют условия для переноса краски и удаляются в процессе сушки (*испарением, впитыванием*). Часть печатных красок закрепляется также за счет *окисления*. Наряду с этими красками, применяющимися чаще всего, имеются также краски, которые *затвердевают* посредством воздействия излучения (УФ-и электронного). *Структура* их совершенно иная, чем обычных красок. Различают УФ-краски как для обычной офсетной печати (*с увлажнением форм*), так и для офсета *без увлажнения*.

Качественные типографские краски должны обладать следующими свойствами:

цвет краски не должен меняться *под воздействием света и воздуха*;

наносимая на бумагу *краска должна быстро высыхать*;

краска не должна проникать слишком глубоко в бумагу.

Типографские краски готовятся на *типографских олифах*. Состав типографских красок зависит от целей, для которых они

предназначены. Для газет и вообще для типографских изделий, которые должны быть быстро выпущены, используется более *жидкая краска*, чем та, которая идет для печатания книг. Самая *густая краска* используется для литографских работ. При изготовлении типографских красок к олифам прибавляют иногда *древесную смолу и мыло*. Смола прибавляется к олифе, когда последняя уже значительно нагрелась. На 120 вес. ч. масла идет 40–50 вес. ч. смолы и 12–14 вес. ч. мыла.

Цель прибавления мыла — облегчить чистку шрифта и типографских машин. *Мыло*, употребляемое для этой цели, должно быть совершенно сухое. Для обыкновенных типографских черных красок используется *желтое смоляное мыло*, а для высших цветных сортов красок — *белое мыло на сале или жире*. Для черных типографских красок применяют *ламповую сажу*, для цветной краски — *различные минеральные или лаковые краски*. Все вещества должны быть тщательно растерты и смешаны так, чтобы получилась абсолютно однородная краска.

В мире насчитывается более 20 крупных фирм-производителей красок. Они предлагают огромный ассортимент продукции для различных способов печати, запечатываемых материалов и оборудования. Многие из них неизвестны на российском рынке.

Состав печатных красок

В самом общем виде *печатная краска* представляет собой *двухфазную коллоидную систему*, *твердой фазой* которой являются *высокодисперсионные красящие вещества*, равномерно распределенные и стабилизированные в среде *жидкого связующего*.

Реальные структуры печатных красок могут значительно отличаться от приведенного выше классического определения. В частности, в состав многих красок входят *наполнители*, являющиеся наряду с красящими веществами составной частью *твердой дисперсной фазы*. Кроме того, в состав ряда красок для различных видов печати вводятся *специальные компоненты*, обеспечивающие разнообразие печатно-технических свойств. Такими компонентами могут быть

твердые частицы *диоксида кремния, природные или синтетические полимеры* и т. д.

Красящие вещества — это химические соединения, обладающие цветом и способные придавать окраску запечатываемым материалам. К таким веществам относятся *нерастворимые в воде и обычных технических растворителях пигменты и растворимые в воде красители*.

Пигменты — мелкодисперсные черные, белые или цветные порошки, *нерастворимые в воде, масле и ряде других растворителей*, используемых для изготовления красок. В основном они придают печатным краскам оптические и некоторые печатно-технические свойства. Исходя из особенностей технологии печатания и вида полиграфической продукции, пигменты должны обладать определенными свойствами, в том числе:

1) иметь соответствующую цветовую характеристику (цветовой тон, яркость, насыщенность) и, будучи нанесенными вместе со связующим на поверхность запечатываемого материала, воспроизводить по возможности все цвета оригинала;

2) иметь высокую интенсивность, которая позволяла бы готовить краску с меньшей их концентрацией;

3) образовывать со связующими в зависимости от назначения *прозрачные (триадные) или кроющие* (переплетные, афишные и др.) краски;

4) как можно дольше не изменять цветовых характеристик при воздействии света;

5) иметь *высокую степень дисперсности и мягкие частицы*, что обеспечивает образование гладкой поверхности на оттиске и не вызывает быстрого износа печатной формы;

6) быть *устойчивыми к воде, спирту, маслам, толуолу и другим растворителям*;

7) иметь небольшую маслосмолемкость, что дает возможность увеличивать концентрацию пигмента в краске для повышения ее интенсивности;

8) хорошо *смачиваться связующими*, что сокращает процесс изготовления красок и обеспечивает равномерное распределение пигмента в краске.

Пигменты по химическому составу подразделяются на органические и неорганические. В полиграфической промышленности для изготовления красок применяют в основном органические пигменты, отличающиеся яркостью, чистотой цвета и тона, разнообразием свойств. Органические пигменты, обладающие прозрачностью, являются основой желтых, красных и синих красок, наложение которых друг на друга позволяет получать на оттиске практически все цвета и оттенки, встречающиеся в природе.

Цветовые и оптические свойства органических пигментов, их способность смешиваться между собой, давать разнообразные промежуточные цвета и оттенки позволяют оптимально ограничить ассортимент красок. На этой основе многие известные фирмы-производители, такие как BASF, K+E, Siegwerk, Sun Chemical, “Торжокский завод полиграфических красок”, выпускают *базовые краски*, при смешении которых по определенной рецептуре Pantone получают широкую гамму различных цветов и оттенков.

Пигменты для триадных красок занимают особое положение: они должны соответствовать международным стандартам, в противном случае колористическая точность воспроизведения цветного оригинала будет нарушена. При многокрасочной печати, когда различные цвета и оттенки создаются наложением, краски должны обладать прозрачностью, определенной интенсивностью, светостойкостью, стабильностью и хорошими печатно-техническими свойствами. Однако не все пигменты для триадных красок удовлетворяют требованиям цветной печати, поэтому работы по решению этой проблемы продолжаются и по сей день.

Несмотря на доминирование органических пигментов, продолжается активное применение *неорганических*. Это обусловлено их высокими прочностными свойствами, особенно свето-, водо- и теплостойкостью, а также высокой кроющей способностью.

Современные неорганические пигменты — это искусственно получаемые *высокодисперсные нерастворимые в воде цветные и белые соли и оксиды металлов: железа, свинца, титана, бария, хрома и т. д.* К неорганическим веществам относятся и *высокодисперсные металлические порошки.*

Особенности неорганических пигментов, в частности их непрозрачность, не позволяют широко применять их в производстве красок для издательских целей, но зато создают ряд преимуществ при использовании их в составе трафаретных красок и некоторых серий красок глубокой печати.

Рассмотрим состав основных **минеральных пигментов**.

Белый пигмент. Свинцовые белила — $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, что соответствует формуле основной соли карбоната свинца. Цинковые белила, химическая формула ZnO . Баритовые белила (бланфикс) представляют собой сульфат бария (BaSO_4).

Красный пигмент. Киноварь искусственная и природная, одна из древнейших красок, представляет собой кристаллическую модификацию сульфида ртути — HgS . Браунрот, или охра жженая — это пигменты на основе оксида железа, химическая формула Fe_2O_3 . Кадмий красный — твердый раствор сульфида и селенида кадмия ($\text{CdS} \cdot n\text{CdSe}$). Цвет и оттенок красного кадмия зависят от соотношения сульфида и селенида кадмия: чем выше содержание селенида кадмия, тем интенсивнее его красный оттенок.

Желтый пигмент. Неаполитанская желтая получила свое название по первоначальному месту добывания — район Неаполя, где ее извлекали из некоторых участков застывшей лавы. По химическому составу это сурьмяново-кислый свинец $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7(\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{PbO})$. Охры (светлая, темная и другие) — гидроксид железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ со значительными минеральными примесями каолина, силикатов, гипса, органических веществ. Желтый ультрамарин — лимонно-желтый пигмент, представляющий собой хромат бария (BaCrO_4).

Коричневый пигмент умбра представляет собой смесь бурого железняка Fe_2O_3 (около 50 %) с оксидом марганца MnO_2 (12 %), глиной Al_2O_3 и силикатами $x\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Содержащийся в умбре марганец действует на масло, как сиккатив, ускоряя высыхание этой краски по сравнению с другими.

Зеленый пигмент. Малахитовая зелень представляет собой основную соль карбоната меди $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Зелень Шееле — основная соль арсената меди, имеет состав $\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Изумрудная зелень представляет собой гидрат хрома $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Синий пигмент. Берлинская лазурь. Кобальтовые синие и фиолетовые. По составу это *алюминат кобальта* $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ или CoAl_2O_4 . Кроме алюмината он содержит небольшие примеси *оксида алюминия*, зеленого кобальта $\text{CoO} \cdot n\text{ZnO}$ и фиолетового кобальта $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$.

Черный пигмент. Минеральная черная — *оксид железа (II)* — *оксид железа (III)* $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. В соединении содержание $\text{Fe}(\text{OH})_2$ колеблется от 18 до 26 %, содержание *оксида железа (III)* соответственно — от 72 до 74 %.

Красители в отличие от пигментов *растворяются в воде*, а иногда в связующем или его компонентах. Их можно применять в составе печатных красок в качестве красящего вещества, но недостаточные прочностные свойства (светостойкость, склонность к миграции), ограничения по экологическим и санитарным нормам препятствуют их широкому распространению.

С развитием химической промышленности в XX и XXI веках большое распространение получили краски *органического происхождения*. По химической классификации их разделяют на следующие группы.

Нитрокрасители. В этих красителях имеются *электроноакцепторные заместители нитрогруппы*. Представитель этой группы — *краситель нафтоловый желтый* (динатриевая соль 2,4-динитро-1-нафтол-7-сульфоокислоты).

Нитрозокрасители. Они содержат нитрозогруппы — NO. Представители этой группы — *производные 1-нитрозо-2-нафтола*.

Азокрасители. В их хромофорную систему входит *азогруппа*. Представители этой группы — *кислотный синий и конго красный*.

Арилметановые красители. Их основу составляют молекулы *диарил- или триарилметана (I и II) либо фенилксантена (III)*. Хромофорную систему образует система *сопряженных связей с электроноакцепторными и электронодонорными заместителями*. Представители этой группы — *кислотный ярко-голубой 3 (I) и флюоресцин (II)*.

Хинониминовые красители. В их молекуле имеются *хинониминовые группы*. Представитель этой группы — *краситель прямой ярко-голубой светопрочный*.

Сернистые красители. Они объединены по способу получения осернением *ароматических amino- и нитросоединений*. Химическое строение большинства сернистых красителей не установлено. Представители этой группы — сернистый черный, получаемый осернением *2,4-динитрофенола*, и сернистый коричневый, получаемый осернением *2,4-динитротолуола*.

Антрахиноновые красители. Являются производными *антрахинона*. Представители этой группы — *ализарин (I)* и *кислотный зеленый антрахиноновый (II)*.

Кубовые полициклокетонные красители. Молекулы их содержат несколько *конденсированных ароматических колец* и не менее двух *карбонильных групп*, атомы углерода обычно также принадлежат *ароматическим ядрам*. Представитель этой группы — кубовый синий О.

Индигоидные красители. Основа их строения — *структура молекулы индиго (I)* или *тиоиндиго (II)*.

Фталоциановые красители. Являются производными *фталоцианина**.

Способность органического соединения поглощать те или иные световые лучи, т. е. способность к избирательному поглощению света, зависит от строения его молекулы. *Ароматические углеводороды* — *бензол, нафталин*, содержащие систему *сопряженных двойных связей*, не поглощают видимых световых лучей и кажутся нам бесцветными. Удлинение цепочки сопряженных двойных связей, а также *введение в молекулу ароматического соединения заместителей*, облегчающих сдвиг подвижных электронов сопряженных двойных связей, сообщают молекуле способность поглощать видимые световые лучи, что придает соединению окраску. Таким свойством обладают *электроакцепторные заместители*, оттягивающие электроны от молекулы, и *электродонорные заместители*, которые отдают электроны. К электроакцепторным заместителям относятся *нитрогруппа* $-\text{NO}$, *карбонильная группа* $>\text{C}=\text{O}$, в

* Ф т а л о ц и а н и н — макрогетероциклическое соединение, содержащее цикл тетраазатетрабензопорфина; структурно родственны порфиринам.

меньшей степени — *хинониминная группа* $>C=NH$. В электронодонорных заместителях содержатся атомы, имеющие *неподеленные пары электронов*. К числу таких заместителей относится в первую очередь *аминогруппа* — NH_2 .

Как самостоятельные красящие вещества красители присутствуют в составе некоторых флексографских красок и красок для глубокой печати. Красители позволяют не только получать краски ярких интенсивных цветов, но и значительно упрощают их изготовление.

Принципы действия красок на основе красителя и пигментных красок существенно отличаются. Последние образуют на оттиске сравнительно толстый красочный слой (из-за содержания твердых пигментных частиц как бы закрашивают его), а первые, проникая в поры подложки, окрашивают и ее составные части, и сами волокна.

Связующее является неотъемлемой частью печатных красок и связывает отдельные частицы красящих веществ в единую систему. Все разнообразие ассортимента красок зависит главным образом от *состава и свойств связующих*. Изменяя их, можно на основе одного пигмента приготовить краску для любого способа печати. Основные требования к связующему сводятся к тому, что оно должно быть:

1) *химически инертным* по отношению к красящим веществам и материалу формы;

2) прозрачным, светлым и безвредным.

Именно от состава связующего зависит главное свойство краски — способность закрепляться на оттиске. Это физическое явление заключается в том, что красочный слой, образовавший печатное изображение, затвердевает и становится настолько прочным, что не поддается смазыванию, перетискиванию или отмарыванию.

Различают две стадии закрепления краски: “схватывание” первичное и окончательное. “Схватывание” обеспечивает такое состояние краски на оттиске, когда она перестает смазываться при слабых, в основном механических воздействиях. Окончательное закрепление достигается благодаря образованию *прочной пленки*.

В зависимости от вида печатной продукции, способа печати и других факторов технологического процесса закрепление красок

может происходить несколькими путями: *химическим пленкообразованием* (окислительная полимеризация); *впитыванием и отделением растворителя в процессе впитывания*; *испарением растворителей или комбинированным закреплением* (сочетание химического пленкообразования с впитыванием или испарением растворителя).

Связующие вещества имеют *сложный химический состав*. Как правило, это растворы твердых смол — *пленкообразователей* — в *маслах и органических растворителях*. В большинстве случаев в качестве пленкообразователей применяются смолы или продукты их переработки, например, *канифоль, алкидные смолы, виниловые смолы, битумы, различные белковые вещества, каучуки, растительные масла, эфиры целлюлозы*.

В качестве *растворителей* в производстве офсетных печатных красок и красок для высокой печати используются *минеральные масла*. В составе красок для глубокой, флексографской и трафаретной печати, высыхающих за счет испарения растворителя, присутствуют в основном такие *органические растворители, как ароматические углеводороды, спирты, эфиры* и т. д.

Как уже отмечалось, **пигменты** — это тонко измельченные материалы, которые придают цвет краскам. Природа пигмента и его количество в краске, наряду с типом связующего, определяют консистенцию и рабочие свойства краски. До 1990 г. большинство пигментов представляли собой окрашенные *неорганические вещества*, размолотые до тонких порошков. Они обладали чрезвычайно высокой устойчивостью к действию света, воды и органических растворителей, но были непрозрачными, слабонасыщенными по цвету и очень матовыми. Даже при высокой степени перетира они обладали абразивными свойствами, приводившими к быстрому износу печатных форм. Основным черным пигментом была *ламповая сажа*, получаемая из природного газа. Другие пигменты изготавливались из растительных красителей, таких как индиго, крапп (краситель корня марены) и экстракт кампешевого дерева, или из карминового красителя, извлекаемого из крошечных насекомых. В то время были доступны лишь несколько синтетических

пигментов. С развитием технологии улучшались их текстура и смазываемость связующими.

Тонеры — пигменты, маскирующие или изменяющие нежелательный оттенок в краске (например, синий тонер для маскировки коричневого оттенка в черной краске). *Сухие тонеры* имеют средний размер частиц 3–20 мкм. Для образования стойкого изображения они должны плавиться на бумаге. *Жидкие тонеры* представляют собой *дисперсии* красящих веществ в *углеводородном масле*. Частицы жидкого тонера меньше по размеру, чем частицы сухого тонера, примерно на порядок: средний размер частиц — 3–5 мкм, что сопоставимо с размером частиц дыма.

Структура краски подвержена значительным изменениям, обычно происходящим при закреплении (высыхании) краски после ее нанесения тонким слоем на подложку. Жидкая составная часть связующего впитывается в подложку или испаряется через поверхность красочной пленки, а пленкообразующее вещество, полимеризуясь под воздействием специальных компонентов или внешних факторов (воздуха, температуры, облучения), создает с красящими веществами твердообразную массу, постепенно превращаясь в сухую красочную пленку.

Свойства современных печатных красок

Все краски, применяемые в полиграфической промышленности, обладают оптическими и печатно-техническими свойствами.

Оптические свойства позволяют получать цвет на оттиске. К ним относятся: *цветовой тон*, *светлота* (яркость); *насыщенность* (чистота цвета); *интенсивность* (создание краской заданного тона при определенном ее количестве на оттиске); *прозрачность* (способность красочного слоя пропускать световые лучи без изменения их направления); *кроющая способность* (закрытие цвета запечатываемой поверхности); *блеск*, или *глянцевитость* (зеркальное отражение красочным слоем световых лучей); *светостойкость красок на оттиске* (способность краски при длительном действии света не изменять цветовые показатели).

К печатно-техническим свойствам относятся *вязкость* краски (ее внутреннее трение, возникающее под действием механических напряжений); *липкость* (совокупность адгезионно-когезионных свойств); *структурно-механические* (деформационные) свойства, проявляемые под действием механического напряжения; *эластичность красочного слоя на оттиске*; *закрепление краски на оттиске*, т. е. механизм пленкообразования; *степень перетира краски* (размеры частиц пигмента).

Заводы выпускают большой ассортимент белых, черных и цветных печатных красок, имеющих различные свойства.

В зависимости от вида и способа печати краски разделяют на **универсальные** (для высокой и офсетной печати), для **высокой, офсетной, глубокой, трафаретной, тампонной и флексографской** печати. Они отличаются прежде всего липкостью, вязкостью, скоростью и характером закрепления на запечатываемой поверхности, водостойкостью. Например, офсетные краски в соответствии со спецификой печатной формы и процесса печатания отличаются от красок высокой печати повышенной *вязкостью*, препятствующей растеканию краски на форме; значительной *водостойкостью*, предохраняющей увлажняющий раствор от окрашивания; большей интенсивностью, обеспечивающей при малой толщине слоя необходимую насыщенность оттисков; отсутствием эмульгирования.

Особенность красок для глубокой и флексографской печати: низкая вязкость, позволяющая легко заполнять все печатающие элементы формы и быстро переходить на запечатываемый материал; наличие в краске летучего растворителя, быстро закрепляющего ее на оттиске; максимальная прозрачность для трехкрасочной печати.

Краски для трафаретной печати должны быть малолипкими, пластичными и обладать управляемым растеканием, т. е. правильно подобранной тиксотропной структурой. Они должны быть “короткими”, а не вытягиваться в “нити” при отделении оттиска от формы. Так как толщина красочной пленки при трафаретной печати достигает 20–80 мкм (такой слой практически непрозрачен), концентрация цветного пигмента в краске не должна быть слишком высокой.

В зависимости от особенностей печатного издания краски подразделяют на **газетные, книжно-журнальные, иллюстрационные, для трех- и четырехкрасочной печати, картографические, для печатания на невпитывающих материалах** (жесть, полимерные пленки, металлизированная бумага) и т. д. Кроме того, они различаются и по другим признакам с учетом, например, типа печатной машины (в первую очередь — скорости печатания, наличия увлажняющего аппарата и его типа), вида бумаги, цвета краски, скорости ее закрепления на оттиске и гляцевитости.

Изготовление печатных красок

Изготовление печатных красок — особо точный и длительный процесс, который в общем виде состоит в тщательном перемешивании красящих веществ со связующими и в последующем перетирании на краскотерочных машинах, бисерных мельницах и другом оборудовании. Это придает краскам текучесть и определенные реологические свойства.

Самая распространенная составляющая в приготовлении красок — пигмент. Их нынешний ассортимент позволяет выбрать индивидуальный для создания любой краски основного цвета. На индивидуальных пигментах готовятся и краски, являющиеся базовыми для систем смешения. При этом необходимо иметь в виду, что с практической и экономической точек зрения целесообразнее использовать составную краску требуемого цвета и оттенка, приготовленную из базовых красок на красочном заводе, а не на собственном производстве.

Особые требования предъявляются к прочностным свойствам пигментов, задействованных в производстве красок для специальных видов печати на упаковках и изделиях. Например, пигменты для красок, используемых при запечатке текстуры древесины на фоновых марках бумаги, должны обладать повышенной светопрочностью и стойкостью к воздействию пропитывающих составов. Краски, применяемые для запечатки пищевых упаковок, должны иметь санитарные сертификаты. Следовательно, и пигменты, содержащиеся в них, должны удовлетворять этим требованиям.

Количество пигмента, вводимого в состав краски, обусловлено двумя основными факторами:

обеспечением оптимальных колористических и оптических свойств высохшего слоя на оттиске;

созданием краски с необходимыми реологическими и печатно-технологическими свойствами.

Для каждого пигмента существует *предельная (объемная или массовая) концентрация*, превышение которой (при данном связующем) создает систему, не обладающую свойствами краски. Если при критических концентрациях не обеспечиваются требуемые реологические и печатно-технологические свойства, в состав красок вводят наполнители. Они, не меняя цвета и оттенка пигмента и не влияя на колористические свойства красочной пленки, позволяют получить краски с требуемыми свойствами при минимальном содержании пигмента.

Существуют общие закономерности применения определенных веществ для получения конкретных цветов. Наиболее часто используемые для печати черные краски включают пигменты на основе сажи, полученной от неполного сгорания *нефти или природного газа* с добавлением подцветки из синих пигментов для усиления черноты и улучшения красочного оттенка. Для цветных красок есть множество различных органических или неорганических веществ.

Производство красок очень сложно не только по технологии, но и по используемому оборудованию, по соблюдению различных технических и технологических норм. На большинстве производств рецептура приготовления краски держится в секрете, а доступ к информации о составе и “формуле” краски имеет только главный технолог.

Процессы изготовления красок для различных печатных работ имеют свою специфику. Для каждого способа печати, использования печатного оборудования и материалов приоритет тех или иных характеристик меняется. Кроме того, существуют различные нюансы печатного процесса, которые также имеют большое значение.

Офсетные краски имеют *высокую вязкость* и по своей консистенции близки к пастам. Для печати мелких элементов изображения

они должны обладать высокой липкостью. Необходимо, чтобы в них *эмульгировалось* некоторое количество *воды*, но не слишком большое. Из-за очень малой толщины красочной пленки на оттиске содержание пигмента в краске должно быть достаточно высоким. Краски для рулонного офсета, содержащие растворитель, имеют более низкий уровень пигментации, чем краски для листовой печати. Для уменьшения испарения в печатной машине необходимо использовать *растворители с высокой температурой кипения*.

Краски для глубокой печати имеют низкую вязкость для обеспечения свободного переноса краски в углубленные печатающие элементы формного цилиндра. Поэтому их называют “жидкими красками”. Короткий путь между красочным ящиком и субстратом позволяет использовать *растворители с низкой температурой кипения и высокой скоростью испарения*. Эти краски характеризуются сравнительно высоким содержанием растворителя и соответственно низким уровнем пигментации.

Для флексографии используются **жидкие краски** с низкой вязкостью. Эти легко испаряющиеся краски обычно сушат с помощью интенсивного обдува запечатанной поверхности теплым воздухом, что делает флексографию особенно пригодной для печати на полимерных пленках с низкой температурой плавления. Такие пленки используются во многих типах эластичной упаковки. Содержание пигмента в красках для флексопечати невысокое по сравнению с содержанием растворителя.

Краски для высокой печати, которые раскатываются в красочном аппарате, подобном красочному аппарату для плоской печати, обладают высокой вязкостью (пастообразные краски). Толщина красочной пленки больше, чем у красок для плоской печати, поэтому краски для высокой печати часто содержат наполнитель.

Краски для трафаретной печати закрепляются на подложке путем *испарения, окислительной полимеризации, теплового отверждения (термической полимеризации) и УФ-отверждения*. Они относятся к группе пастообразных красок. Хотя способом трафаретной печати можно получать и тонкие красочные пленки, обычно в этом процессе используются более толстые пленки, поэтому краска

содержит мало пигмента. Окрашенные пигменты часто дополняются бесцветными наполнителями.

Тонеры для электрографической печати бывают “сухими” и “жидкими”. Сухие (т. е. порошковые) тонеры включают в себя пигмент (например, *сажу*) и *термопластичную смолу*, которая оплавляется при нагревании и застывает при закреплении тонера на субстрате. Жидкий тонер представляет собой суспензию пигмента в летучей жидкости.

Краски для струйной печати (как CIJ, так и DOD) в качестве красящего вещества обычно содержат краситель, а не пигмент, поскольку твердые частицы последнего могут забивать сопло, оказывать абразивное действие и т. п. Тем не менее пигменты с диаметром частиц менее 1 мкм широко применяются. Краски для CIJ-принтеров обычно представляют собой раствор *красителя в воде или органическом растворителе (например, в этаноле)*. Краски для DOD-принтеров изготавливаются: *из воды и гликолей* для пузырьковой струйной печати и струйной пьезопечати; *из высоколетучих растворителей* (таких как *метилэтилкетон*) для электростатической струйной печати; *из не содержащих растворителя парафинов или полимеров* для расплавляющихся красок.

Краски для ризографии

В последнее время резко повысился спрос на оперативную печать малых тиражей. Здесь нашли применение копировально-множительные аппараты и цифровые дупликаторы, больше известные под названием “ризографы”.

Отличие двух типов оборудования состоит главным образом в ориентированности на определенный сегмент рынка оперативной печати, этим обусловлен применяемый “механизм” получения изображения. В первом случае используется запись скрытого изображения на промежуточную светочувствительную поверхность с последующим проявлением тонером, во втором — прожигание маски будущего изображения в промежуточном носителе и использование принципа трафаретной печати.

В силу специфики получения промежуточного изображения на ризографах можно выделить основные требования к используемым в них краскам.

1. *Краска должна быть тиксотропной.* В красочном аппарате краска между ракелем и печатной формой должна находиться в виде “валика” (т. е. не растекаться по форме). Это связано с особенностью строения красочного аппарата ризографа, где контроль наличия краски осуществляется датчиками, которые касаются поверхности красочного валика. Если валик уменьшается в диаметре, то датчик дает сигнал на дополнительную подачу краски. Тиксотропный характер таких красок делает их одновременно текучими и твердообразными: они сохраняют свою форму при малых напряжениях и текут при повышенных.

2. *Краска не должна высыхать на форме в печатном аппарате.* Это связано с тем, что после изготовления тиража и в перерывах между печатанием формный цилиндр не смывается.

3. *Краска должна закрепляться на бумаге впитыванием, так как иные способы закрепления приведут к невыполнению требования 2.* Закрепление на оттиске должно происходить за короткий промежуток времени с образованием прочной неотмарывающейся эластичной красочной пленки.

4. *Краска должна обладать реологическими свойствами трафаретной краски.*

5. *Краска должна быть экологически безопасна.*

Современные краски для ризографии могут выдерживать температуру до минус 30 °С. При охлаждении до этой температуры они не расслаиваются на фракции и после размораживания полностью восстанавливают свои рабочие свойства. Работать с такими красками можно начинать уже при температуре +10 °С.

Взаимодействие краски с воспринимающей поверхностью

Именно во взаимодействии краски с воспринимающей поверхностью заключается сущность любого печатного процесса, и поэтому оно на протяжении десятилетий является основным

объектом исследований научных институтов и приложений усилий печатников.

Качество переноса краски с формы на запечатываемую поверхность определяется множеством факторов:

состоянием самой печатной машины, ее основных аппаратов (печатного, красочного и увлажняющего, а также приемно-выводного устройства), состоянием узлов и механизмов, регулярностью проведения профилактических и ремонтных работ и т. д.;

давлением печатания, временем печатного контакта, качеством наката краски, *подачей увлажняющего раствора*;

технологическими характеристиками фототехнической пленки, используемой при изготовлении фотоформы (высокая оптическая плотность и “жесткость” точки, наличие на полиэстеровой основе нанесенных противоореольных и водостойких слоев, предотвращающих искажение оригинала, устойчивость полиэстеровой основы к механическим деформациям);

технологическими характеристиками используемой офсетной формы (красковосприимчивость печатных элементов, хорошее восприятие увлажняющего раствора пробельными элементами, высокая тиразеустойкость и устойчивость пластины к воздействию компонентов краски и вспомогательных веществ, используемых в печатном процессе);

характеристиками увлажняющего раствора (температура, электропроводность, рН);

характеристиками запечатываемого материала (тип материала, рН, влажность, температура; при необходимости — предварительная обработка поверхности материала, например коронатором);

климатическими условиями помещения (влажность, температура, наличие/отсутствие промышленной вентиляции, стабильность подачи электроэнергии);

характеристиками печатной краски: *вязкость, липкость*, способность к закреплению, *концентрация пигмента, влаговосприятие, адгезия к материалу и прочие адгезионно-когезионные свойства*.

При таком обилии факторов, влияющих на конечную продукцию, характеристики красочного слоя — это единственный носитель

информации, по которому мы можем судить о состоянии самой машины, о характеристиках увлажняющего раствора и запечатываемого материала, о необходимости внесения корректив в условия работы и, конечно, о самой печатной офсетной краске.

При всем многообразии ассортимента красок, изготовленных разными производителями (Akzo Nobel, Huber-Gruppe, VanSon, J+S, HarLuianii, Coates Lorilleux, Flint Ink, Brancher, Siegwark, Sicpa, BASF, SunChemical и др.), состав красок унифицирован и представляет собой смесь тонко растертого красящего вещества (пигмента) с жидким и липким связующим; как правило, в состав краски вводят также некоторые добавки, обогащающие ее свойства. *Пигменты* (бесцветные, цветные, черные, металлические) определяют оптические и *физико-химические свойства краски*, влияют на ее поведение в печатной машине. Связующее определяет печатно-технические свойства краски в процессе печати и закрепления ее на оттиске. Добавки корректируют и стабилизируют свойства краски.

В целом, подводя итоги изложенного, можно выделить следующие основные свойства красок и требования к ним при изготовлении печатной продукции.

1. Печатные свойства краски должны соответствовать свойствам выбранной для печати бумаги, с тем чтобы качество отпечатка было безупречным.

2. Свойства текучести и гибкости (реология) краски подбирают так, чтобы краска могла свободно проходить через трафаретную сетку, не забивая сеточные отверстия. При этом на поверхности запечатываемого материала краска должна образовывать ровную сплошную пленку (плашку) и не должна растекаться по краям пленки. Это явление может усугубиться из-за *абсорбирующих свойств* запечатываемого материала. Если краска беспрепятственно растекается, следовательно, не хватает ее сцепления с поверхностью. Краска должна надолго и прочно сцепляться с поверхностью материала (т. е. обладать *адгезивностью*), в то же время не проникая очень глубоко внутрь него.

3. Так как многие поверхности, особенно изготовленные из определенных видов *пластика* (“*сложные*” материалы), не совсем

хорошо сочетаются с обычными красками для печати по бумаге и картону, существует большое разнообразие красок. После того как краска достигла поверхности, она должна образовать твердую сухую пленку. От большинства красок требуется, чтобы они быстро закреплялись на материале, но оставались жидкими на трафарете. В зависимости от состава краска может обладать матовой, полуглянцевой или высокоглянцевой отделкой. Закрепленная пленка должна быть устойчивой к царапанию и истиранию, а также без образования трещин выдерживать последующие процессы по печати и отделке.

4. Любая краска включает пигмент, который должен обеспечить глубоко насыщенные “беспримесные” цвета, к тому же обладающие высокой устойчивостью к свету и погодным условиям. Пигмент обеспечивает цвет и в некоторых случаях кроющую способность (оптическую плотность) краски. Краски, изготовленные на основе однокрасочного пигмента, обеспечивают самые беспримесные (с минимальным ослаблением интенсивности) цвета. Добывают пигмент из *органических и неорганических материалов*. Органические пигменты отличаются природной устойчивостью. Неорганические стоят дешевле и воспроизводят глубоко насыщенные кроющие цвета. Пигмент — обычно самый дорогостоящий элемент из числа основных компонентов краски. Применение пигментов на основе *свинца и хрома* запрещено, особенно в красках, которыми пользуются для изготовления упаковок для пищи, отделки игрушек и т. п. При изготовлении красок учитываются установленные правила и положения по безопасности. На всех банках с краской должны быть этикетки, указывающие, содержит ли краска опасные для здоровья вещества.

5. Самые популярные печатные краски (на основе *растворителей*) содержат *пленкообразователь (связующее)*, *сиккатив* (ускоряющий закрепление краски), *разбавитель и модификатор*.

6. *Адгезивность* и способность сцепления придает краске связующее и позволяет ей проследовать через трафарет, способствуя сцеплению пигмента с запечатываемым материалом. Связующее состоит из *вязкого лакообразного вещества*, которое уменьшается

в *растворителе*, а потом, после отверждения, формирует сплошную твердую и гибкую пленку. В производстве красок для трафаретной печати пользуются многими видами *смол*. Их выбор в основном обусловлен видом субстрата и требованиями по отделке. Например, краску для печати по бумаге и картону можно изготовить на основе смолы, тогда как краска для печати по *акриловым или виниловым материалам* содержит виниловую/акриловую смоляную систему. *Специальные смоляные составы*, которые возможно химически закреплять с помощью УФ-излучения, используются в производстве красок УФ-закрепления.

7. Большинство печатных красок закрепляются путем *испарения растворителя*. Часто он используется с определенной целью — например, чтобы повысить текучесть краски. Однако его применение может повлечь за собой определенные трудности при закреплении, так как растворитель смоляной системы может воспрепятствовать испарению. Поэтому может возникнуть необходимость добавления другого растворителя, чтобы, повышая степень испарения, модифицировать свойства, дающие обратный эффект. Если же в краске используют растворитель с высоким уровнем испарения без всякой модификации, краска может закрепиться очень быстро не только на субстрате, но и на трафарете тоже, немедленно вызывая его забивание и, следовательно, затрудняя общий процесс производства. *Растворители используются для уменьшения вязкости краски и с целью растворения или “уменьшения” смоляных компонентов в краске*, чтобы они могли легче смешиваться с другими ингредиентами. В некоторых красках, например в виниловых, растворитель способствует *адгезивности*, “разбавляя” поверхность субстрата и позволяя краске образовать сильное адгезивное сцепление.

8. Сиккативы представляют собой комбинацию *солей металлов: кальция, свинца и кобальта*. Их добавляют в те краски, которые закрепляются *окислением*. На закрепление обычно требуется 6–8 часов. Этот процесс можно ускорить, повышая температуру (используя сушильный шкаф) до 80–120 °С. При такой температуре закрепление занимает 5–15 минут. Для повышения содержания неиспаряющихся

ингредиентов в краске и улучшения ее реологических свойств пользуются наполнителем. Чтобы не использовать в больших количествах дорогостоящий пигмент, в краску добавляют инертные неиспаряемые вещества (например, *карбонат кальция*). Объем краски увеличивается, а печатные свойства не изменяются. Наполнитель в некоторых случаях может повысить кроющую способность (оптическую плотность) краски. Но существуют наполнители и для прозрачных красок, позволяющие увеличить объем красок, не уменьшив их светопропускные свойства.

9. В полиграфии широко применяются *модификаторы*, которые можно добавить в краску для повышения ее печатных и отделочных характеристик. Некоторые трафаретные краски, например на основе *алкида*, *винила* или *эпоксидной смолы*, имеют тенденцию к образованию чрезмерного пузырения во время печати. Это происходит из-за попадания воздуха в краску, когда она проталкивается вперед-назад вдоль трафарета. Обычно образовавшиеся пузырьки лопаются по мере того как краска проходит через трафарет, а красочная пленка растекается и образует ровную, гладкую поверхность. Однако в некоторых красках эти пузырьки исчезают медленно, появляются неровность и крапчатость на уже закрепленной поверхности красочной пленки. Эту проблему можно решить, добавляя жидкое вещество, например *силикон*. Силикон уменьшает натяжение поверхности краски и предоставляет зажатому воздуху возможность выхода, пока пленка еще не закрепилась.

10. *Противоосадочные добавки* добавляют в краску, содержащую густые *высоковязкие пигменты*. Эти добавки препятствуют осаждению твердых частиц из подвешенного состояния на дно контейнера краски. Их добавление продлевает срок годности краски.

11. *Восковые клеи* добавляют в краски для трафаретной печати, чтобы повысить их устойчивость к истиранию. Однако, как и все модификаторы, их нужно добавлять в меру. Неправильно рассчитанная добавка может стать причиной уменьшения блеска или глянца, а также межслойного сцепления между слоями красок разных цветов.

12. В некоторые виды краски добавляют *пластификаторы*, чтобы повысить гибкость закрепленной красочной пленки. Они образуют

важный компонент в составе пластизольных красок, которыми пользуются при печати по одежде, и в составе красок для трансферов и деколей, особенно когда от красочной пленки требуется устойчивость к чрезмерному физическому давлению, имеющему место во время трансферного процесса.

Чернила в полиграфии

Термины “краска” и “чернила” подобны. Тем не менее поскольку в полиграфии используются оба термина, хотя второй гораздо реже, дадим некоторые пояснения по последнему.

Чернила в полиграфии по сути являются *коллоидными растворами*. Для широкоформатной полноцветной печати чернила делятся на следующие основные типы: *водные, сольвентные, экосольвентные и масляные*. Эти типы чернил в свою очередь подразделяются на два подтипа: растворимые и пигментные. Первые представляют собой растворы органических красителей в среде основы или носителя (т. е. воды, сольвента, экосольвента или масла). Такие чернила используются для высококачественной печати с высоким разрешением и наиболее правильной цветопередачей. Так как *органические красители* имеют низкую светостойкость, особенно в ультрафиолетовом спектре, то изображения, напечатанные этими чернилами, имеют малый срок службы и используются преимущественно внутри помещений или с дополнительной ламинацией для защиты от ультрафиолета. Однако такие чернила исключают засорение сопел печатных головок, так как в них не содержится частиц, поэтому они проходят через сопла очень маленького диаметра, чем обеспечивается высокое разрешение печати. Так как спектр *органических красителей* очень широк, подбирая соответствующие их смеси, можно добиться любого цвета и оттенка, за счет чего достигается наиболее качественная цветопередача.

Чернила второго подтипа представляют собой *коллоидный раствор пигмента в растворителе*, за счет чего образуется *эмульсия*. Пигменты бывают *органическими и неорганическими*. Последние обладают самой высокой светостойкостью, но выбор цветовой гаммы

среди них ограничен по сравнению с органическими, которые в основном и используются в производстве чернил со средней светостойкостью 2,5–3,5 года в зависимости от производителя и подбора цветовых составляющих пигмента. Важным параметром для печатного оборудования (особенно для печатных головок) является *фактор измельчения пигмента* при производстве чернил, т. е. соизмеримость размеров частиц пигмента с выходным диаметром сопел печатных головок, а также их *однородность* (отклонение размеров частиц не должно превышать 5 %).

Разные производители чернил готовят их для разных типов печатных головок, учитывая диаметр выходного отверстия их сопел. Поэтому производители печатных головок рекомендуют использовать *чернила*, произведенные специально для конкретных головок. При использовании других чернил существует большая вероятность *засорения сопел печатных головок*, что ведет к их преждевременному выходу из строя. Сейчас на рынке чернил появилось множество подделок или чернил сомнительных марок и производителей, которые не обладают ни соответствующими технологиями, ни оборудованием и поэтому не могут качественно подготовить пигмент (измельчить и просеять до нужной консистенции и однородности).

Чернила на водной основе, как правило, изготавливают из *водорастворимых органических красителей*, так как пигменты в водной среде практически не создают эмульсий и приходится дополнительно вводить *эмульгаторы*, в результате чего усиливается густота (вязкость) чернил. Эти чернила используются только для интерьерной печати, так как имеют самую низкую светостойкость и к тому же не ложатся на полимерные материалы без специального покрытия, которое не дает чернилам растекаться на поверхности материала. Это спецпокрытие тем не менее не водостойкое и требует дополнительной защиты — ламинации. Однако такие чернила по сравнению с другими достаточно текучие и проходят через мельчайшие сопла, чем обеспечивается самое высокое разрешение — до 1600 dpi из-за возможности создания *мелкой капли объемом 4–16 пиколитров*.

Сольвентные чернила изготавливают на основе смеси *органических растворителей*, которые образуют *сольвент*. Сольвент

подбирается таким образом, чтобы он растворял ПВХ, за счет чего чернила хорошо ложатся и удерживаются на ПВХ-материалах, а также на некоторых других *полимерных материалах*. Большинство сольвентов состоит из смеси *бутилата, метилэтилкетона и циклогексана* в примерном соотношении 70, 20 и 10 %, соответственно. Нужно учитывать, что все компоненты сольвента *токсичные и канцерогенные* (средняя смертельная доза LD50 = 200 мл), а также *пожароопасные*, поэтому при работе с такими чернилами нужно соблюдать *правила техники безопасности*, обеспечить надлежащую вентиляцию и пожаробезопасность.

5.2. Лаки в полиграфии

В наши дни в полиграфии повсеместно используются *масляные, водно-дисперсионные и УФ-лаки*. Отделка *спиртовыми и нитролаками* используется теперь очень редко, так как требует больших затрат на воздухоочистительные установки и краски, стойкие к действию *спиртовых лаков*.

Водно-дисперсионный лак — жидкость молочно-белого цвета с характерным запахом, который, впрочем, безвреден для окружающей среды и человека. Высохшая пленка лака уже не имеет специфического запаха, благодаря чему водно-дисперсионные лаки можно использовать для упаковки продуктов питания, лекарственных препаратов и парфюмерии. Дисперсионный лак представляет собой достаточно сложное по составу соединение из дисперсии полимера (*акрила*), *воска, пленкообразователя, вещества, предотвращающего образование пены, и смачивателей*. Воск придает лаку устойчивость к истиранию. Смачиватель позволяет получить тонкую водную дисперсию на форме и запечатываемом материале. Процентное содержание твердого вещества в таком лаке составляет 40–45 %. Закрепление *дисперсионного лака*, в отличие от *масляного*, происходит физическим способом, испарением или впитыванием растворителя, причем 20–30 % влаги остается в лаковой пленке. Наличие *остаточной влаги* в пленке не способствует растеканию пленки и не снижает стойкости к истиранию. Скорость закрепле-

ния лака довольно велика и может быть увеличена, если применять ИК- или конвекционную сушку.

Преимущества водно-дисперсионных лаков — хороший глянец, эластичность лаковой пленки, устойчивость к высоким температурам. Есть возможность работать с высоким стапелем при лакировке способом “сырой по сырому”. Лаковая пленка, в отличие от масляной, не желтеет.

К недостаткам можно отнести потребность в специальных пластинах и полотнах для лакирования. Бумаги плотностью до 90 г/м^2 могут при лакировании слегка деформироваться, есть ограничения и по двустороннему лакированию бумаг массой до 135 г/м^2 . Кроме того, есть ограничения по стойкости красок (они должны быть *устойчивыми к действию влаги, щелочи, спирта*), а высохший лак с трудом удаляется и требует специальных *растворителей*. Нужно иметь в виду, что в краску перед лакированием нельзя добавлять *антисиккативы*, добавки, повышающие стойкость к истиранию, а также *воск и силикон*, повышающие гладкость красочного слоя.

Одно из важнейших свойств лака — *вязкость*. Высокая вязкость приводит к повышенному переносу лака и в большинстве случаев — к неравномерности лаковой пленки.

Для получения равномерного слоя на оттиске лак в аппарате подачи должен находиться в постоянном “вращении”. Поэтому при работе с дисперсионными лаками необходима постоянная непрерывная подача лака. Важно, чтобы при этом не образовывалась пена. Для предотвращения пенообразования подача лака должна быть отрегулирована так, чтобы насос захватывал как можно меньше воздуха, давление и скорость работы должны быть не слишком высокими.

При лакировании оттисков на печатных машинах способом “сырой по сырому” время закрепления, как правило, составляет 15–35 секунд. Оно увеличивается при плохой впитывающей способности запечатываемого материала и слишком большой толщине красочного слоя или лаковой пленки. Поведение оттисков в стапеле нужно контролировать. Для предотвращения склеивания оттиски могут опыляться противоотмарочным порошком, хотя при

одностороннем лакировании этого не требуется, как и при лакировании способом “сырой по сухому”.

Закрепление дисперсионного лака осуществляется физическим способом: впитыванием или испарением *жидкой фазы (воды) из лака*. Как правило, для увеличения скорости этого процесса печатная машина с лакировальной секцией снабжается еще и сушильным устройством. Комплектация сушильных устройств зависит от вида приемки. Окончательное закрепление дисперсионных лаков происходит на воздухе. Эффективность его повышается при использовании вытяжной вентиляции, которая выводит из рабочей зоны продукты испарения. Из-за быстрой скорости высыхания лак нельзя оставлять в машине при остановках печати. Сразу же после использования лака машину следует смыть *водой или смесью воды со спиртом* в соотношении 1:1, а высохшие остатки смываются только *специальными средствами*.

При нарушении перечисленных правил возникают такие проблемы, как “подсыхание” лака на валиках и резине, налипание оттисков на офсетное полотно и отслаивание лаковой пленки.

Дисперсионные лаки на водной основе могут использоваться для лакирования как впитывающих, так и невпитывающих материалов — *бумаги, картона, алюминиевой фольги, металлизированных бумаг, пленки, искусственных материалов*.

Лакирование оттисков может осуществляться по нескольким схемам: “в линию” в секции лакирования печатной машины, отдельным прогоном в печатной секции и в лакировальной машине.

Нанесение лака через увлажняющий аппарат применяется чаще всего на старых машинах, где секция увлажнения оснащена передаточным валиком. Современные машины со спиртовыми увлажняющими аппаратами должны оснащаться специальными средствами для предотвращения попадания лака в систему подачи *увлажняющего раствора*. Поэтому прежде чем использовать увлажняющий аппарат офсетной машины для лакирования, нужно проконсультироваться у изготовителя печатной машины, чтобы убедиться, что это возможно.

До и после работы с *дисперсионным лаком* увлажняющий аппарат с передаточным валиком должен быть тщательно очищен,

рабочая секция должна быть освобождена от печатной краски, смазки, смывочных материалов. При лакировке через секцию увлажнения с “плюшевым” увлажнением рекомендуется использовать второй накатной увлажняющий валик только для лакирования. Если это невозможно, то на валик необходимо надеть новый чехол, чтобы избежать загрязнения лака. “Плюшевые” увлажняющие аппараты могут передавать лак и валиками без чехлов.

Редуктор увлажняющего аппарата надо установить таким образом, чтобы лак не выдавливался, а подавался свободно. Это особенно важно на крайних зонах, когда запечатываемый материал не использует максимальный формат машины. В таких случаях желательно использовать снимающий ракель — тогда лак не выдавливается и его остатки не подсыхают. Можно также использовать медицинские капельницы для подачи воды на краевые зоны.

Увлажняющие аппараты с непрерывной бесцикловой подачей (без передаточного валика, *спиртовые увлажняющие аппараты*) при некотором переоснащении также могут использоваться для нанесения *дисперсионных лаков*. Главное при этом, чтобы накатные валики приходили в движение вместе с пуском машины. Увлажняющий аппарат должен иметь насос для подачи лака (насос, предназначенный для подачи *увлажняющего раствора*, использовать нельзя), который во избежание образования пены должен засасывать минимально возможное количество воздуха, а уровень лака в резервуаре не должен сильно снижаться. Лак подается непрерывно.

Наиболее широко применяемый способ нанесения водно-дисперсионного лака — с помощью лакировальной секции печатной машины. Эта система может иметь две конструкции: двухвалковую и систему камер-ракель. Двухвалковая система состоит из ванны с лаком, дукторного и дозирующего валиков. Толщина сырой лаковой пленки может достигать 8 г/м². Количество подаваемого лака зависит от скорости вращения дукторного валика и расстояния между дукторным и дозирующим валиками. Недостатком этой системы является то, что при изменении скорости машины изменяется и количество подаваемого лака. Это обстоятельство привело к

созданию системы камер-ракель, которая позволяет работать с лаками большей вязкости, обеспечивает равномерную подачу лака во время печатания всего тиража и повторных тиражей, обеспечивает работу с *металлизированными лаками* и выборочное лакирование мелких деталей. Дозирование подаваемого лака зависит от объема ячеек анилоксowego валика. Изготовители офсетных печатных машин в последнее время предлагают лакировальные аппараты, оснащенные устройствами постоянной циркуляции и перемешивания лака.

Лакировальные аппараты могут оснащаться нормальной и удлиненной приемкой. Удлиненная приемка позволяет работать при большей толщине лака и меньшей потребности в противотрамочном порошке, с высоким стапелем приемки, повышенной производственной мощностью и комбинировать сушильные устройства. В большинстве случаев для лакировальных аппаратов используются лаки с вязкостью 30–45 с. При необходимости можно *корректировать вязкость* водой или специальными вспомогательными материалами от производителей лаков.

Лакирование оттисков бывает сплошным и выборочным. Для сплошного лакирования косвенным способом (через офсетное полотно) лучше всего подходят зерненные *алюминиевые пластины*. Выборочное лакирование можно производить офсетным полотном или печатной пластиной, выклеенной пленкой. При больших или повторных тиражах рекомендуется использовать специальные пластины для “сухого” офсета с *фотополимеризующимся копирующим слоем*. В этом случае для уменьшения растаскивания (особенно по задней от клапана кромке) необходима небольшая перерегулировка валиков и должно быть установлено минимально возможное давление между формным и офсетным цилиндрами и офсетным и печатным цилиндрами.

При нанесении лака в лакировальной секции *дисперсионный лак* с формного цилиндра сразу подается на запечатываемый материал. На формный цилиндр одевается специальное *резиновое полотно* или *фотополимерная форма*. Резиновое полотно должно быть предназначено для лакировки и иметь съемный слой, если необходимо

осуществить выборочное лакирование (как у резиноканевого полотна Amethyst фирмы Phoenix). Фотополимерная форма также нужна специальная, толщиной 1,14 мм. Эти формы обладают высокой тиражестойкостью — до 2 млн оттисков, поэтому имеется возможность многократного их использования, а количество переносимого лака больше, чем у резиновых полотен. Кроме того, формы дают возможность лакировать выборочно сложные участки с большой точностью, чего нельзя достичь с помощью резинового полотна.

При выборе лака надо иметь в виду, что для *водно-дисперсионных лаков* имеются ограничения по совместимости с *дисперсионными клеями* и перед обработкой тиража нужно делать пробу на их совместимость. При производстве упаковки эта проблема решается выборочным лакированием. С поверхности резинового полотна на тех участках клапанов коробок, которые предполагается склеивать, снимается резиновый слой. Однако в последнее время все шире используются в таких случаях *фотополимерные пластины* на *полиэстровой* или *металлической подложках*. В процессе экспонирования на их поверхности формируется участок, который необходимо отлакировать. Формат фотополимерных пластин и лакировального полотна зависит от формата машины.

Для того чтобы предотвратить растаскивание, склеивание оттисков в стапеле, а также (при сплошном лакировании) выдавливание лака за переднюю или заднюю клапанные кромки, необходима небольшая вырезка поддекельного материала. Расстояние до участков, свободных от лака, должно быть минимум 4,0–5,0 мм. Если это не соблюдается, то лак может наслаиваться за пределами формата на офсетном полотне и печатном цилиндре, что приводит к склеиванию оттисков по клапанным кромкам.

Разработка *водно-дисперсионных лаков для печатных секций* расширила возможности полиграфистов, так как большой парк печатного оборудования не имеет лакировальных секций. Но при работе через печатную секцию нужно избегать подсыхания лака на валиках, офсетных пластинах и офсетной резине, для чего следует устанавливать и поддерживать подачу лака и скорость работы

машины чуть выше средних, а при остановках машины распылять на валики, пластину, резину *специальный спрей*, предотвращающий высыхание. Можно также смачивать их *водой*. При сплошном лакировании поверхности оттисков необходимо подрезать поддекельный материал, подкладываемый под офсетную резину, по границам запечатываемой площади. При лакировании всей поверхности оттисков рекомендуется использовать *монометаллические печатные пластины*, для избирательного лакирования можно использовать любые пластины для “сухого” офсета.

Для растворения засохшего лака рекомендуется использовать специальные средства. Чтобы оттиски в стопе не склеивались, проводится легкое опыление противотмарывающим порошком или обдув горячим воздухом. Температура в стапеле не должна превышать 30 °С. При двустороннем лакировании обратная сторона опыляется сильнее.

Проблемы в работе и дефекты, которые могут возникать на оттисках при использовании лака

Растрескивание, или стягивание (эффект апельсиновой корки), возникает при лакировании “в линию” по краскам с высокой толщиной слоя. Причиной становится быстрая скорость “схватывания”, в то время как краска еще не закрепилась. Чаще всего этот дефект проявляется через 20–60 с после окончания процесса лакирования. Иногда он появляется только на открыто лежащих листах, в то время как в стапеле его нет. Решение этой проблемы — использование при лакировании способом “сырой по сырому” лаков с медленной скоростью закрепления и снижение температуры вплоть до полного отключения ИК-сушильных устройств, а также увеличение толщины лаковой пленки. Особенно важно увеличить время высыхания лака для машин с длинной приемкой. При неполном использовании формата машины возможно возникновение такого явления, как наслаивание лака на краях валиков на участках, где не требуется лакировать. В таких случаях необходимо снизить *вязкость лака* добавлением воды. Очень часто причина выдавливания лака за края заключается в высоком давлении между формным и офсетным или

офсетным и печатным цилиндрами. Давление в любом случае должно быть минимально возможным. Наслаивание лака на лакированное резинотканевое полотно указывает на то, что необходимо уменьшить вязкость лака и давление между формным и печатным цилиндрами.

Лучший глянец изображения получается при вязкости 30–50 с и нанесении способом “сырой по сырому” около 4–5 г/м² лака. Увеличение количества наносимого лака свыше предельного не приносит значительного улучшения глянца изображения, а уменьшение количества лака снижает глянец. Кроме того, глянец зависит от запечатываемого материала. Для повышения глянца возможно лакирование в два этапа: сначала грунтовочным лаком, а затем глянцевым.

Отслаивание лаковой пленки чаще всего случается из-за различия в *поверхностном натяжении граничащих поверхностей краска—лак* или из-за наличия в красочном слое или запечатываемом материале *поверхностно-активных веществ*, которые мешают оптимальному соединению краски и лака. Отслаивание лаковой пленки может произойти также при ее толщине более 5 г/м² или хранении оттисков в неблагоприятных условиях, например во влажном помещении.

Хранить лак рекомендуется в оригинальной таре, причем емкости с лаком должны быть плотно закрыты. *Дисперсионные лаки содержат воду*, поэтому в случае замерзания нужно сначала дать лаку пройти акклиматизацию и только после этого открывать канистры. Перед использованием лак необходима перемешивать. Хранится дисперсионный лак 3–6 месяцев. Если вязкость от продолжительного хранения увеличилась, лак нужно разбавить водой.

В последнее время стало нормой отделять или защищать поверхность печатной продукции посредством лакирования. *Водно-дисперсионные лаки* позволяют делать это наиболее успешно.

5.3. Клей в полиграфии

Клей — *природные или синтетические вещества*, применяемые для соединения материалов за счет образования *адгезионной связи* клеевой пленки со склеиваемыми поверхностями.

В группу природных клеев входят *животные или белковые (глютиновые, казеиновые, альбуминовые), растительные (на основе жмыхов и шротов масляничных и бобовых растений, природных смол, натурального каучука, крахмала, декстрина), минеральные (силикатные, асфальтовые, битумные) клеи.*

Синтетические клеи вырабатывают на основе *синтетических смол*, которые получают из *простых веществ* в результате *сложных химических процессов*. Клеи состоят из *основного клеевого вещества, растворителя и вспомогательных веществ*. Растворители применяют для растворения основного клеевого вещества и доведения его до определенной концентрации. *К растворителям относятся вода, спирт, водные растворы щелочей, органические растворители.*

Вспомогательные вещества разделяют на *клееобразователи, наполнители, катализаторы, отвердители, стабилизаторы, дубители, антисептики, пластификаторы и вспенивающие вещества*. Клееобразователи способствуют переходу основного клеевого вещества в состояние раствора. К ним относятся: *жидкое стекло (силикат натрия), гидроксид натрия, известь, аммиак.*

Наполнителями называют вещества, применяемые для уменьшения расхода основного клеевого вещества, уменьшения просачивания клея налицевую поверхность и усадочных явлений в клеевом шве. В качестве наполнителя применяются *древесная мука, гипс и др.*

Катализаторы — *вещества, применяемые для ускорения процесса смолообразования при производстве синтетических смол.* К катализаторам относят *неорганические и органические кислоты, соли этих кислот, сульфонафтенновые кислоты, щелочи.*

Отвердителями называют вещества, применяемые для более ускоренного перевода смоляных клеев в твердое нерастворимое и неплавкое состояние. Для *фенолоформальдегидных смол* холодного отверждения — это *керосиновый контакт или сульфонафтенновые кислоты*, а для *мочевиноформальдегидных* — *хлористый аммоний и слабые кислоты (щавелевая, молочная, муравьиная).*

Стабилизаторы — вещества, помогающие сохранять клеящие свойства клеев, концентрацию их в течение определенного времени.

В качестве стабилизаторов используют *ацетон, этиловый спирт, органические растворители*.

Пластификаторы используют преимущественно в смоляных клеях для придания им пластичности и для снижения хрупкости клеевого шва.

Вспенивающие вещества применяют для вспенивания *карбамидных смол* с целью их экономного использования. Наиболее распространенное и дешевое вспенивающее вещество — *пылевидный альбумин*.

Клеи должны отвечать следующим требованиям: прочно склеивать, быть простыми в употреблении, сохранять жизнеспособность при большом сроке хранения; быть *водостойкими* (для изделий, работающих в условиях высокой влажности) и *биостойкими* (сопротивляться разрушительной деятельности микроорганизмов); не разрушать волокно древесины и не изменять ее естественной окраски; быть сравнительно дешевыми, не вызывать затупления режущих инструментов при обработке склеенных материалов; быть безвредными для человеческого организма и не воспламеняться.

Для производства современных самоклеящихся материалов в полиграфии используются *органические клеи* на основе *акриловых полимеров* или *каучуков*. Акриловые полимеры относятся к термопластам. Они отличаются очень хорошими *адгезионными свойствами*, светостойкостью, *химической стойкостью*, стабильностью свойств во времени и высокой прозрачностью. Акриловые полимеры полярны, поэтому, согласно молекулярной теории адгезии, должны хорошо склеивать полярные материалы, например *стекло или полиамид*.

Натуральные и синтетические каучуки характеризуются высокой эластичностью и худшей по сравнению с акриловыми полимерами светостойкостью. Каучуки неполярны, поэтому должны иметь *высокую адгезию к неполярным материалам, например к полиэтилену и полипропилену*.

Сравнительно недавно были разработаны УФ-отверждаемые акрилатные клеи. Входящая в их состав фотополимеризующаяся композиция отверждается под действием УФ-излучения. *Акрилатные УФ-клеи* характеризуются наилучшей по сравнению с другими видами клеев *химической и физической стойкостью*.

5.4. Допечатные процессы

Процесс производства печатной продукции разделяется на три стадии: допечатная подготовка, печатные процессы и послепечатная обработка. Допечатная подготовка охватывает этапы работ, начиная от идеи оформления, подготовки текстовой информации, изобразительных оригиналов и графики и заканчивая изготовлением готовых печатных форм для печати тиража. Подготовка материалов к печати — это одна из традиционных и старейших отраслей промышленного дизайна. Требования, предъявляемые к оригинал-макетам будущей печатной продукции, чрезвычайно высоки и зависят от технологии.

Информационное содержание и профессиональное графическое оформление печатной продукции одновременно являются основой и для публикаций в области электронных средств информации, например, на домашних страницах в Интернете или в форме CD ROM. Поэтому кроме понятия “допечатные процессы” появилось понятие о домедийной подготовке — *premedio*. Этим термином обозначают цифровую подготовку текста и изображения, пригодных для вывода на любой конечный носитель информации.

В допечатных процессах произошли значительные изменения, связанные с переходом от традиционных к цифровым технологиям. Тем не менее в течение пока еще непродолжительной переходной стадии фотоформа как носитель информации используется еще многими предприятиями. Существуют две допечатные технологии:

- традиционные допечатные процессы;
- цифровые допечатные процессы.

Различаются они по способу изготовления фотоформ. Все варианты, использующие технологии создания полос или спуска полос из отдельных фотоформ, требуют механических или ручных операций верстки или монтажа и относятся к категории “традиционных допечатных процессов”. Изобретение в 1440 г. Гутенбергом подвижных литер не только произвело революцию, открывшую возможности массового выпуска печатной продукции, но одновременно дало толчок для продолжающегося и сегодня поиска

решений более общей задачи — рационального переноса на печатную форму текстовой и изобразительной информации все более оперативными, менее дорогими способами.

Оригинал-макет для офсетной печати

Эта категория оригинал-макетов наиболее востребована массовым рынком. Прежде чем приступить к выполнению заказа “на офсет”, дизайнеры студии знакомятся с технологическими требованиями типографии, куда будут переданы файлы. При работе над макетом учитываются характер печатного оборудования — секционность машины, автоматизация печатных и послепечатных процессов, система контроля за качеством, линеатура раstra и т. д. Отдельную проблему представляет корректная подготовка к полноцветному воспроизведению *фотографических изображений*.

Оригинал-макет для трафаретной печати

Трафаретная печать — один из технологичных способов печати. Она охватывает самые различные области применения: от ручных работ — до высокотехнологичных промышленных решений, от самых малых форматов при изготовлении печатных плат — до самых крупных плакатов 3х6 м и от единичных экземпляров — до больших тиражей. Способом трафаретной печати запечатываются *бумага, текстиль, керамика и синтетические материалы* в виде полотна, отдельных листов, а также такие изделия различного назначения и формы, как банки, бокалы и панели.

Палитры красок характеризуются большим разнообразием. Находят широкое применение специальные краски для самых разных областей. В трафаретном способе для *печати иллюстраций* широко применяется *четырёхкрасочная печать*.

Трафаретная печать, называемая иногда *шелкографией*, является *особым способом шаблонной печати*. Это означает, что краски в процессе печати продавливаются сквозь печатную форму на запечатываемый материал.

Шаблонные способы печати относятся к древнейшим. Шрифтовые шаблоны (трафареты), шаблоны для нанесения оригиналов, помогающих вышивать *монограммы на белье* или наносить тексты и маркировки *на упаковке любого рода*, известны давно. Применение шаблонов позволяет быстро переносить текстовую информацию, символы и пиктограммы с формы на различные документы и материалы. При этом шаблоны фиксируются на запечатываемой поверхности, а *краски* попадают на открытые участки шаблона. Краски могут наноситься *кистью, щеткой, ракелем, шприц-пистолетом или воздушным распылителем* (рис. 5.1). Однако шаблонная печать имеет существенный недостаток, ограничивающий ее применение: все части шаблона должны быть между собой соединены. Это означает, что для соединения внутренних частей или фрагментов изображения в большинстве случаев необходимы перемычки, из-за которых сплошные линии (трафареты) на определенных расстояниях прерываются (рис. 5.2).

В трафаретной печати этот недостаток устранен. Здесь трафаретная сетка-основа печатной формы берет на себя функцию перемычки, не ограничивая при этом характер и вид изображения



Рис. 5.1. Принцип трафаретной печати (подача краски распылителем)

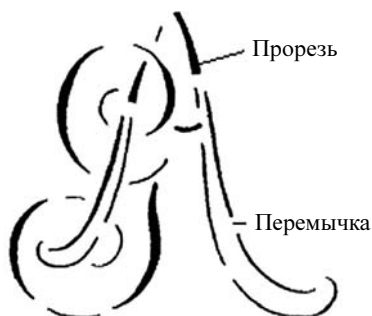


Рис. 5.2. Шаблон орнамента

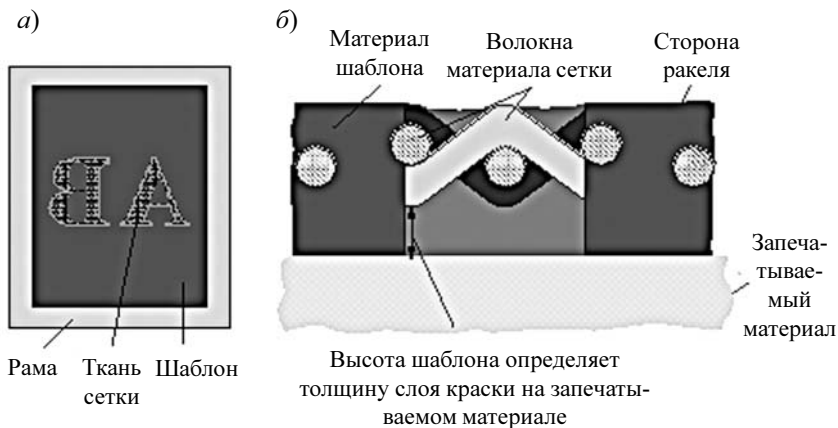


Рис. 5.3. Печатная форма: сетка с шаблоном/трафаретом:
 а — вид со стороны печати; б — сечение печатной формы

(рис. 5.3). Краска проникает через отверстия ячейки сетки и образует непрерывные участки между запечатанными элементами шаблона. Шаблон в этом случае кладется на сетку, приклеивается и закрепляется в таком положении.

Сетка является только носителем шаблона. Комбинация сетки и шаблона образует печатную форму. Обеспечивается почти полная свобода для оформления сюжета и нанесения шаблона на сетку вплоть до растровых элементов. Благодаря этому перенос краски на закрытых участках частично предотвращается или, по крайней мере, сокращается. Это ограничивает возможность использования высоколинейатурных растров и передачу высокого градиационного диапазона.

Современная шелко-трафаретная печать обладает рядом свойств, незаменимых для производства малотиражной продукции, особенно для корпоративных и представительских целей. Это четкость контуров, хорошая насыщенность кроющих и полукроющих (непрозрачных и полупрозрачных) красок, возможность простого использования *металлизированных красок*, прозрачных и тонированных лаков, а также паст, делающих оттиск рельефным. Впечатляет

также выбор самых разнообразных бумаг и картонов, пригодных для этого способа печати. Умелое использование указанных технологических аспектов при подготовке макета может обеспечить высокий эстетический уровень готовой продукции.

Изготовление печатных форм, или фотоформ, в общей технологической цепочке выпуска печатной продукции

Первый этап изготовления печатных форм — это производство фотоформ. Фотоформы — это прозрачные пленки, несущие информацию, которую необходимо передать на печатном оттиске посредством соответствующей краски. Фотоформы используются также для выполнения однокрасочных печатных работ при воспроизведении черно-белых оригиналов. В отличие от цифровых, традиционные способы допечатной подготовки предполагают изготовление интегрированной фотоформы из отдельно полученных текстовой и изобразительной фотоформ.

Для обработки изображений используются фотомеханические методы. Они применяются при воспроизведении как штриховых, так и полутоновых изображений. В последнее время доля аналоговых процессов уменьшается, они все более вытесняются цифровыми. Так, набор полностью производится на компьютерах, входящих в издательские системы (например, Apple Macintosh, IBM-PC), имеющие мощное программное обеспечение и автоматизированные экспонирующие устройства для вывода фотоформ. На заключительном этапе традиционной технологии текст и изображения соединяются в готовую полноформатную фотоформу в процессе монтажа (обрезка, позиционирование, наклеивание).

Тиснение

Тиснение — это относящийся к послепечатной отделке продукции полиграфический процесс, производимый на ручных, полуавтоматических и автоматических прессах для тиснения, основанный на припрессовке горячим или холодным способом *металлизированной*

или *пигментной фольги* или *полимерной пленки с напылением нужного вещества* для улучшения привлекательности упаковки, этикетки или рекламно-акцидентной продукции.

Процесс тиснения можно подразделить по видам.

Тиснение фольгой — тиснение, при котором между нагретым клише и *материалом (бумагой, кожей, пластиком и т. д.)* протягивается фольга и производится прессование. Под действием нагретого клише *металлизированное* или *пигментное напыление* отстает от *пленки-носителя* и закрепляется *клеевым слоем* на поверхности тиснимого материала.

Слепое тиснение (блинт, от нем. *blint* — слепой) — тиснение с помощью клише с целью получения оттиска с гладкой поверхностью (например, на *текстурной бумаге, на коже*). В отличие от тиснения фольгой, в этом случае фольга не применяется, но для получения лучшей гладкости или глянца могут использоваться *специальные пленки*. Рабочие температуры процесса, как правило, ниже, чем при тиснении фольгой, во избежание перегрева и порчи материала.

Конгревное тиснение без фольги — придание рельефа (в сторону наблюдателя) *спрессовыванием материала* между клише для конгрева (матрицы) и патрицы (контрматрицы, ответной части). Изображение делается выпуклым. Производится либо холодным способом, либо с подогревом клише до 60 °С.

Конгревное тиснение с фольгой — как правило, этот процесс производится в один удар (оттиск), т. е. перенос *фольги* и придание рельефа происходят одновременно. В обычных условиях этот процесс разделяется на два: сначала *припрессовывается фольга*, вторым прогоном придается рельеф. В данном же случае конгревное тиснение с фольгой позволяет вдвое сократить время, затрачиваемое на печатание тиража. Единственные препятствия — дороговизна клише, технологически более сложного, чем обычно, а также наличие навыка работы в один удар у оператора пресса. Необходимы высокая температура 110–160 °С и пресс, способный выполнять такие работы, например, марки Bobst или Gietz.

Обратный конгрев — редко применяемый термин, равно как и редкий процесс в российских типографиях. Речь идет об обнижении

изображения ниже уровня материала (т. е. в сторону от наблюдателя). Таким способом можно делать *на бумаге*, например, эффектные следы, как бы продавившие лист.

Припрессовка голограмм — основное отличие от тиснения фольгой заключается в необходимости четко позиционировать каждую голограмму относительно изображения перед оттиском с точностью 0,1–0,2 мм. Достигается это применением лазерных регистраторов (если голограммы выклеены поштучно на бумажной ленте, смотанной в рулон), а также с помощью меток на фольге, если голограммы инкорпорированы в структуру фольги.

Текстурирование — процесс, подразумевающий нанесение изображения с помощью клише на *гладкий материал*, как правило, на *металлизированную бумагу*, с целью имитации тиснения фольгой. Также применяется для имитации кожи определенных пород (например, клише с рисунком, имитирующим кожу крокодила и т. д.).

5.5. Фотография, получение изображений, растривание

5.5.1. Фотография, получение изображений

В настоящем разделе не будем касаться химии фотохимических процессов, что было рассмотрено в разделе 1.4.2, а остановимся на общих вопросах, связанных с фотографией и ее применением. Начнем с классификации.

По назначению различают фотографию:

- любительскую;
- профессиональную;
- техническую;
- для специальных и научных целей;
- объемную.

Любительская и профессиональная фотография используются для воспроизведения изображения людей, отображения движущихся и неподвижных предметов. Техническая фотография используется для воспроизведения, копирования и размножения

штриховых оригиналов в натуральную и заданную величину или со значительным уменьшением, а также для получения *фотоформ в полиграфии*.

В научных целях фотография применяется:

в астрономии:

- астрофотография;
- спектрофотография;
- фотографическая фотометрия;
- космическая фотография;

для исследования строения вещества:

- ядерная фотография;
- электронография;
- нейтронография;
- протонография;
- рентгенография;
- электронная микроскопия;

для специальных целей:

- диагностика (медицинская, судебная);
- регистрация быстро и медленно протекающих процессов;
- аэрофотосъемка (аэрофотография).

Объемной фотографией воспроизводят трехмерное изображение. Для этого используются:

- обычные фотоматериалы;
- фотокамеры с двумя объективами (стереоскопическая фотография);
- растрированные галогеносеребряные материалы (растровая стереоскопическая фотография);
- голографические светочувствительные материалы при двулучевом экспонировании.

Каждый вид фотографии характеризуется определенным типом применяемого фотографического материала, аппаратурой и способом съемки, дополнительной обработкой и методом считывания изображения. В табл. 5.1 представлено обобщение большинства факторов.

Существует черно-белая и цветная фотография. Под последней понимается совокупность способов и процессов получения изображения объекта фотосъемки и киносъемки в натуральных цветах.

Виды фотографии и условия их осуществления

Вид фотографии	Тип фотоматериала	Обработка	Аппаратура	Условия съемки
Любительская, профессиональная	Пленка и фотобумага: негативные, позитивные	Многорастворная, ускоренная, термическая, диффузионная	Стандартные камеры	При естественном освещении
Техническая	Пленка и фотобумага: негативные, позитивные	Многорастворная, ускоренная	Фото- и репродукционные аппараты	При искусственном освещении
Медицинская	Пленки и пластинки негативные	Многорастворная, ускоренная	С применением специальных съемочных устройств и светочувствительных фильтров	При искусственном освещении, в ИК- и УФ-лучах
Судебная	Пленка и фотобумага: негативные, позитивные	Многорастворная, ускоренная	Камеры со специальными объективами и светочувствительными светочувствительными объективами	В видимой, ИК- и УФ-областях спектра, с изменением угла фотографирования
Космическая	Пленки и пластинки: негативные, высокой чувствительности и высокого разрешения	Многорастворная с замкнутым циклом	Камера для синхронного многоканального фотографирования. Для считывания — интеграторы	Спектральная съемка
Растровая	Негативные пленки и пластинки	Многорастворная	Фотокамеры общего назначения	Через растр или слой микролинз

Большинство способов цветной фотографии основано на трех-компонентной теории цветового зрения, согласно которой любой цвет можно получить из комбинации излучений трех основных цветов — красного, зеленого и синего. При фотосъемке отдельно регистрируют на фотоплёнке действие этих излучений в виде трех фотографических изображений (стадия цветоделения), которые на последней стадии используют для цветовоспроизведения.

Цветоделенные изображения могут быть получены:

на черно-белых фотографических материалах;

на многослойных цветных фотографических материалах.

В первом случае с объекта съемки экспонированием через красный, зеленый и синий светофильтры получают три одноцветных негатива, с которых печатают три частичных позитивных изображения. Совмещая последние по контуру и проецируя через светофильтры на экран, получают цветное фотографическое изображение объекта. Это является аддитивным способом синтеза цветовоспроизведения.

В наиболее распространенном случае с использованием многослойных цветных фотоматериалов цветоделение достигается путем избирательного поглощения основных цветов тремя *галогеносеребряными светочувствительными слоями*:

1) верхний несенсибилизированный слой чувствителен к синим лучам;

2) средний слой оптически сенсibilизирован к зеленым лучам;

3) нижний слой — к красным лучам.

Скрытое фотографическое изображение образуется в каждом из трех эмульсионных слоев лишь под действием соответствующей части видимого света.

Принцип цветоделения на многослойных фотографических материалах показан на рис. 5.4.

По способу воспроизведения цветного изображения различают процессы:

негативно-позитивный;

позитивный (с обращением);

цветной с диффузионным переносом изображения.

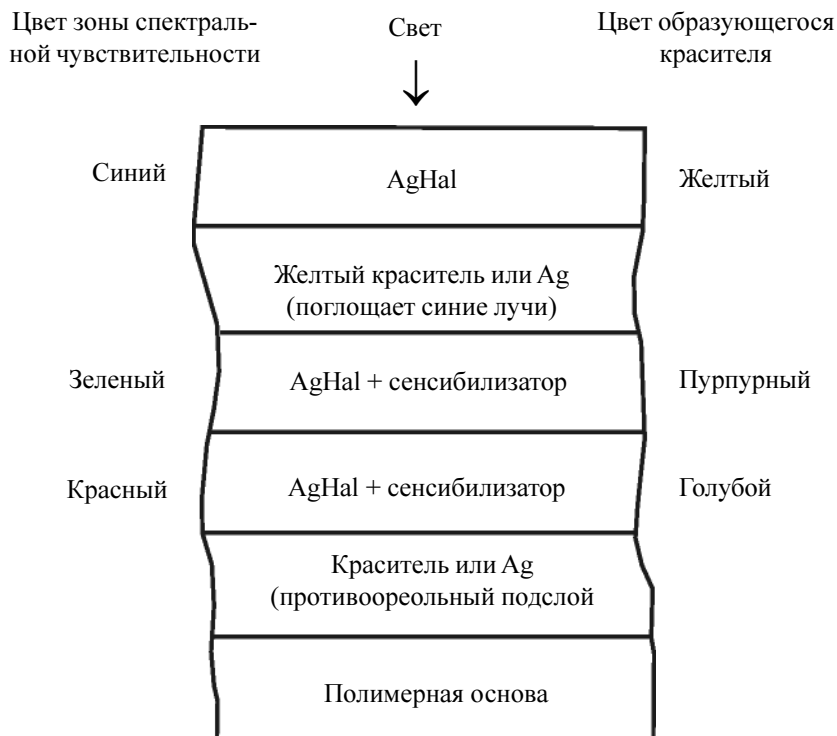


Рис. 5.4. Принцип цветоделения на многослойных фотографических материалах

Широко распространен последний процесс, в результате которого на бумаге получают единственный цветной позитив (так называемая моментальная съемка, или поляроид-процесс). Такой процесс одноступенный: обработка экспонированной пленки и получение позитива происходят одновременно непосредственно в фотоаппарате. Фотокомплект для съемки содержит катушки с намотанными на них цветной негативной пленкой и слабобувствительной фотобумагой и ампулы с пастообразным проявляющим и *фиксирующим составом*. После экспонирования пленка вместе с бумагой протягивается в обрабатывающую камеру

фотоаппарата, при этом ампулы раздавливаются и паста равномерно распределяется между фотослоем негативного материала и приемным позитивным слоем. В используемой в этом процессе цветной фотопленке каждый из трех *желатиновых слоев* с определенной спектральной чувствительностью разделен на два подслоя:

верхний, светочувствительный, содержащий AgHal ;

нижний, окрашенный в дополнительный к цвету зональной чувствительности верхнего подслоя, соответственно в желтый, пурпурный и голубой.

Молекула каждого красителя содержит проявляющую *группировку*, которая придает ему способность диффундировать в *щелочной среде* в соответствующий верхний подслой и проявлять в нем скрытое цветоделенное изображение. *Молекулы красителя*, участвующие в проявлении, *окисляются* и теряют способность диффундировать, оставаясь в “своих” подслоях. Неизменные молекулы красителя, продолжая диффундировать, достигают *желатинового слоя* бумаги, находящегося в контакте с многослойной цветной пленкой, и участвуют в образовании цветного позитивного изображения.

Схема диффузионного цветного фотографического процесса (с обращением) представлена на рис. 5.5. Штриховкой обозначены черно-белые цветоделенные негативные изображения, состоящие из *металлического серебра*.

Кроме обычной цветной фотографии, воспроизводящей действительные цвета объектов съемки, в научной фотографии, например, при аэрофотосъемке природных объектов или при съемке в космосе, используют двух- или трехслойные спектральнозональные пленки, чувствительные к отдельным зонам спектра, включая ИК-излучение.

В самом общем виде под фотографическими материалами понимаются светочувствительные материалы, предназначенные для получения фотографического изображения. Различают *галогеносеребряные фотографические материалы* и *несеребряные*. По группам приведем их основные характеристики.

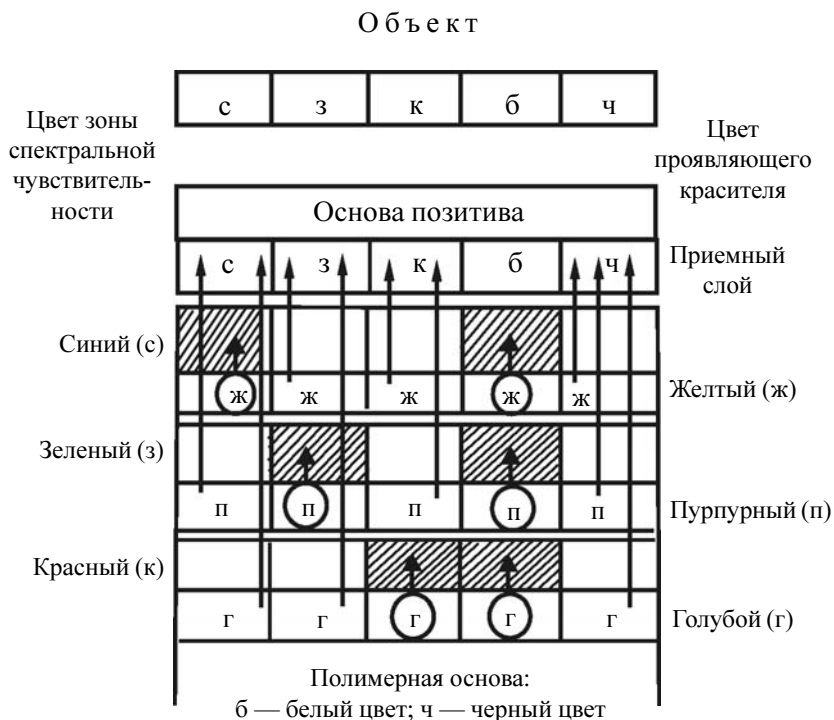


Рис. 5.5. Схема диффузионного цветного фотопроцесса

1) сенситометрические:

общая светочувствительность,
эффективная светочувствительность,
коэффициент контрастности,
фотографическая широта,
оптическая плотность вуали,
максимальная оптическая плотность изображения;

2) структурно-резкостные:

разрешающая способность,
среднеквадратичная гранулярность,
функция передачи модуляции;

3) физико-механические:

термостойкость,
механическая прочность слоев,
влагоемкость,
скручиваемость.

Поверхностное электрическое сопротивление.

Все галогеносеребряные фотографические материалы состоят из *светочувствительных* и дополнительных слоев, нанесенных на подложку. Основа всех фотографических материалов — светочувствительный слой толщиной 3–30 мкм, который представляет собой *суспензию микрокристаллов AgHal*. Поверхностная концентрация AgHal (в пересчете на Ag) — от 0,1 г/м² в малочувствительных фотографических материалах до 5–10 г/м² в высокочувствительных негативных фотографических материалах и до 10–35 г/м² — в радиографических материалах. В светочувствительном слое фотографических материалов содержится до 40–60 % AgHal, 30–50 % *желатина* и 5–10 % влаги. Подложкой для различных фотографических материалов могут служить стеклянные пластинки толщиной 0,8–5 мм, гибкие *полимерные пленки из триацетата целлюлозы* толщиной 60–220 мкм или из *полиэтилентерефталата* толщиной 25–175 мкм, а также металлические и керамические пластинки. Основа *фотобумаги* — бумага, картон, иногда ткань.

При хранении *фотографических материалов* наблюдается их *старение*, заключающееся в уменьшении светочувствительности с увеличением плотности вуали (так называемое нормальное старение) или при практически неизменном уровне вуали (“аномальное” старение). Каждый вид фотографических материалов характеризуется гарантийным сроком хранения, в течение которого могут наблюдаться падение чувствительности и рост вуали, что необходимо учитывать при экспонировании и химической фотографической обработке. Чем выше *светочувствительность фотографических материалов*, тем меньше срок их хранения. Материалы необходимо хранить в оригинальной заводской упаковке при пониженной температуре, не превышающей 18 °С, и *относительной влажности* 40–60 %. Они должны быть защищены от воздействия *агрессивных газов*, рентгеновского и радиоактивного излучения, от механических

повреждений. Для длительного хранения черно-белых фотографических материалов рекомендуется температура 4–5 °С, для цветных и инфрахроматических фотографических материалов — от –20 до 2 °С.

5.5.2. Растрирование изображения

Термин “растр” означает точечную структуру графического изображения при полиграфической и цифровой печати. В каждой точке листа можно нанести краску или не наносить ее, поэтому для печати каждое графическое изображение должно быть преобразовано в совокупность точек. Эти точки, сливаясь на расстоянии, создают ощущение цветовых переходов. Различают регулярный растр и стохастический. При использовании способа глубокой печати растр выполняет иную функцию — служит опорой для ракеля, удаляющего краску с пробельных элементов.

Основной признак регулярных растров — периодическая структура. Применяются растры, точки которых находятся в узлах квадратной сетки — чем темнее изображение, тем больше размер точки. В темных участках практически весь участок становится залитым, и в центрах ячеек квадратной сетки появляются дырки (рис. 5.6).

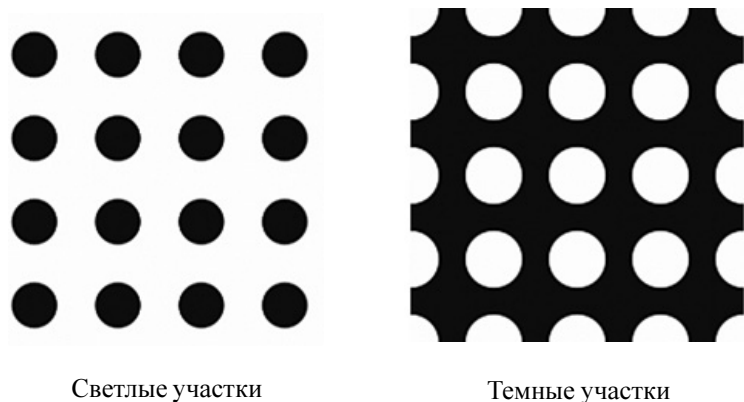


Рис. 5.6. Примеры регулярных растров

Полутона формируются изменением размеров растровой точки. Таким образом, регулярный растр можно называть амплитудно-модулированным. Основные характеристики точек регулярно-го растра — угол поворота растра и линиатура. Главным недостатком регулярных растров является возникновение муара.

Под *углом* поворота растра понимается набор углов, под которыми располагаются друг к другу линии из точек растра. Для получения многокрасочных иллюстраций оригинал сначала разлагают на цветоделенные изображения для четырех основных красок (СМΥК) печатного синтеза: голубой, пурпурной, желтой и черной, а затем — на отдельные печатающие элементы. Каждое цветоделенное изображение растрируют со своим углом поворота. Для черно-белой печати, как правило, используется угол в 45°. В традиционной технологии репродуцирования цветоделенные изображения для трех хроматических красок (RGB) развернуты друг к другу на 30°.

Линиатура растра — одна из основных характеристик печати, характеризует период сетки и обозначает количество линий растра на единицу длины изображения (физически — частоту пространственной структуры растра). Чаще всего линиатура измеряется в линиях на дюйм — lpi; измеряется также в линиях на сантиметр.

Ограничивает возможность использования растров с высокими линиатурами тот факт, что из-за различных явлений краска способна *растекаться* (*растискивание*) и невозможно воспроизвести очень маленькую точку. Для недорогой бумаги физическое ограничение — 100 лин/см, хотя на практике при печати применяются меньшие линиатуры из-за того, что при использовании растров высокой линиатуры результат становится сильно чувствительным к параметрам печати.

Современный процесс растрирования заключается в следующем.

После того как фотографии или слайды отсканированы и оператор произвел коррекцию, они совмещаются на этапе верстки с текстом и передаются на выводное устройство. Выводные устройства

(лазерные принтеры или фотонаборные автоматы) получают от компьютера информацию на международном языке описания страниц (как правило, это PostScript фирмы Adobe Systems). Эта информация представляет собой команды (программу), исполняемые растровым процессором (RIP — raster image processor), который интерпретирует язык PostScript и растрирует изображение, т. е. дает команду лазеру о формировании точечного изображения на фотоматериале. Если необходимо воспроизвести штриховой оригинал, то растрирование вообще не понадобится. Но любое полутоновое изображение, черно-белое или цветное, напечатать без растровых точек невозможно. Растровой точкой является минимально воспроизводимое равномерно закрашенное пятно точно заданной формы. В достаточно большой степени именно качество растрирования будет определять качество полиграфической продукции.

Назначение растрового процессора — точное позиционирование определенного количества точек на фотоформу. В глубокой печати степень насыщенности тона определяется различным слоем краски, переходящей на воспринимающую поверхность с печатных элементов. В высокой и плоской (офсетной) печати эта задача достигается степенью скопления разного количества растровых точек на определенном участке отпечатка. Программа RIP диктует, в каком именно месте лазер должен поставить мельчайшую (пока еще скрытую) точку. В устаревшей технологии с применением фоторепродукционных фотоаппаратов наклон растров осуществлялся предельно просто: при съемке через каждый светофильтр фотограф физически поворачивал стеклянную пластинку (проекционный растр) на определенный угол (как правило, 30°). Если этого не сделать, растровые точки будут точно накладываться друг на друга и возникнет муар.

Особые проблемы возникают при вторичном воспроизведении изобразительного материала, ранее напечатанного полиграфическим способом. Растровые структуры, накладываясь друг на друга, образуют муар, поэтому все профессиональные сканеры имеют специальные программы подавления растровой структуры

полиграфического изображения. В журналистике неизбежно использование ранее опубликованных снимков, и несмотря на все методики специального сканирования и дальнейшее изменение углов наклона растров в основных цветах, *качество полиграфического отпечатка* снижается. Для того чтобы разбить растровую точку на еще более мелкие элементы, применяется *стохастическое растрирование*. Суть его в том, что внутри ячейки, состоящей из нескольких растровых точек, пятна располагаются случайным образом. Из-за *нерегулярного появления микроточек* можно существенно сократить эффект *муара*, так как отсутствует розеточная структура растра.

Глава 6

ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА В ПОЛИГРАФИИ

6.1. Выбросы полиграфических предприятий

По сравнению с другими отраслями полиграфическая промышленность наносит относительно небольшой ущерб окружающей среде, но так как большинство полиграфических предприятий расположены в черте городов и у них фактически отсутствуют или недостаточны санитарно-защитные зоны, защита окружающей среды является необходимой и важной проблемой.

После внедрения фотонабора *свинец* перестал быть основным *загрязняющим веществом* в выбросах полиграфических предприятий. В настоящее время к *загрязнителям атмосферы* полиграфическими предприятиями относятся *толуол, бензол* и другие растворители, а также *бумажная, декстриновая и красочная пыль* и ряд других.

Выбросы полиграфических предприятий подразделяются на технологические, вентиляционные и твердые отходы. К технологическим относятся выбросы из сушильных систем печатных машин глубокой и флексографской печати, лакировальных машин, агрегатов для припрессовки пленки, выбросы от систем и установок для сушки крышек и блоков. Технологические выбросы характеризуются высокими концентрациями *вредных веществ* и подлежат обязательной очистке.

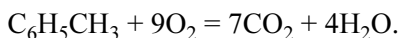
К вентиляционным выбросам относятся выбросы общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Выбросы местной вытяжной вентиляции по концентрации загрязняющих веществ близки к технологическим выбросам и подлежат очистке. Выбросы общеобменной вентиляции характеризуются большими объемами воздуха и низкими концентрациями загрязняющих веществ.

Очистка выбросов от *органических растворителей* производится адсорбционным (в рекуперационных установках) и термokatалитическим способами.

Рекуперация — процесс извлечения вещества и возврата его в исходном виде в производство.

Рекуперация растворителей осуществляется с помощью *адсорбентов* в специальных аппаратах — адсорберах. Обычно для этих целей используют *активированный уголь*. Воздух, содержащий пары растворителя, проходит через слой *адсорбента*. После насыщения адсорбента из него извлекают *растворитель*.

Термокatalитическая очистка — *окисление углеводородов* в газовоздушной смеси до *нетоксичных веществ* (CO₂ и H₂O) в присутствии катализаторов:



В качестве *катализаторов* используются *металлы платиновой группы*, обладающие высокой кatalитической активностью.

Рекуперация растворителей рекомендуется для предприятий с объемом выбросов, подлежащих очистке, от 90 тыс. м³/ч и более, а при меньших объемах рекомендуется термокatalитическая очистка.

Для очистки воздушных выбросов от *пыли* (*свинцовой, бумажной, декстриновой, красочной, резиновой* и т. д.) применяют различные пылеуловители: фильтры (матерчатые, рукавные) с различными фильтрующими материалами, циклоны и т. д.

Вентиляционные выбросы, обусловленные самим технологическим процессом офсетной печати, представляют собой *летучие органические соединения*. Они преимущественно образуются из испарений увлажняющего раствора *изопропилового спирта*, который

обычно добавляется в количестве от 8 до 15 %, а также из средств для смывки валиков, офсетных полотен и других деталей машины. Эти выделения можно значительно сократить, если для снижения содержания спирта использовать соответствующие заменители (например, *гликоли*) или более гидрофильные увлажняющие валики, а также технические усовершенствования (например, обогащение воды методом *обратного осмоса*, регулирование температуры красочного аппарата). Сокращение достигнет от 4 до 8 % или, как известно из практики отдельных предприятий, бывает еще выше. Выделения *легколетучих средств* очистки можно в большинстве случаев также уменьшить, если заменить их на средства малой летучести с высокой точкой кипения (*минеральные масла* или *химически обогащенные растительные масла*). Печатные краски для офсетной печати (листовой и рулонный офсет с отверждением краски при охлаждении) не содержат *летучих органических соединений*, так как используемые в качестве растворителей масла не испаряются при комнатной температуре.

Применяемые частично *УФ-отверждаемые краски* также не содержат *летучих органических соединений*. Более старые модели устройств для УФ-отверждения выделяют *озон*, если не подключено устройство очистки отработанного воздуха. В рулонном офсете (с отверждением краски нагреванием) растворители испаряются в сушильных устройствах при обдуве горячим воздухом и на 99 % сжигаются. При помощи теплообменников можно использовать горячий очищенный воздух для отопления или для подогрева воды. Каталитическое, или регенеративное, дожигание также может применяться для очистки.

6.2. Твердые отходы

Каждая операция в полиграфии, фотопромышленности и репродукции создает *твердые отходы*. Они могут состоять из отходов упаковки, таких как картон и *пластики*, из расходных материалов, таких как картриджи для тонера, или из отходов от производства, таких как куски бумаги или пленки. Проблемные вопросы

промышленных источников твердых отходов привели к тому, что предприятия сейчас более тщательно изучают варианты уменьшения объемов твердых отходов, повторного использования или повторной переработки *промежуточных отходов и технологических сред*.

Желание минимизировать твердые отходы стимулирует усилия по повторной переработке и повторному использованию материалов вместо захоронения их на свалках. Существуют программы повторной переработки картриджей от тонера, кассет из-под пленки, одноразовых камер и т. п. Повторная переработка и повторное использование упаковки также становятся более распространенными. Все больше частей оборудования и упаковки соответствующим образом маркируется в целях более эффективной реализации программ по повторной переработке материалов. Рациональная автоматизация (например, системы предварительной регулировки подачи краски, пульта управления, системы приводки или системы колориметрии) уменьшает количество макулатуры и ведет к экономии бумаги и энергии.

Отходы полиграфического производства можно рассматривать частично как *твердые бытовые отходы* (ТБО), другая же часть классифицируется как *промышленные отходы*. Основные способы уничтожения ТБО — захоронение и сжигание.

Твердые бытовые отходы подвергаются захоронению в основном на городских свалках, где они разлагаются в течение десятков лет с образованием *ядовитых газов* и *сточных вод*. В России примерно 90 % ТБО вывозится на свалки, занимающие более 20 тыс. га. Кроме того, на свалки вывозится *ценнейшее вторичное сырье* (*макулатура, пластмассы, стекло, металлы* и др.), которое может и должно вовлекаться в полезные производственные циклы. Альтернативой городским свалкам являются мусороперерабатывающие заводы.

Форсированным способом уничтожения *полимерных отходов* из использованных упаковок может стать их радиационная обработка. Необходимый результат при этом можно получить, используя гамма-излучение, нейтроны и бета-частицы, энергия которых в

значительной степени превышает *энергию химических связей макромолекул*. При *радиодеструкции полимеров* образуются *низкомолекулярные и олигомерные свободные радикалы*, которые легко взаимодействуют с *кислородом воздуха*, инициируя *цепные реакции* фото- и термоокислительной деструкции, приводящие к разрушению *полимеров*.

В результате воздействия на полимерную основу упаковки различных факторов природного и техногенного характера макромолекула распадается на более низкомолекулярные продукты, такие как спирты, эфиры, кислоты и карбонильные соединения, которые затем естественным образом вовлекаются в природные, биохимические и биологические циклы круговорота веществ, не нанося ощутимого вреда окружающей среде.

6.3. Очистка сточных вод полиграфических предприятий

В задачу участков полиграфических предприятий по очистке и обеззараживанию сточных вод входит:

- обеспечение надежной работы водоотводящих систем, недопущение утечки сточных вод;

- своевременное обезвреживание (утилизация) и вывоз *осадков* локальных очистных сооружений;

- анализ *сточных вод* до и после комплекса локальных очистных сооружений, в контрольных колодцах перед выпуском их в городскую канализацию и представление этих сведений в соответствующие контролирующие органы.

Предприятия должны обеспечивать соблюдение нормативов *качества окружающей среды*, регламентируемых санитарными правилами и нормами, на основе *экологически безопасных технологий* и производств, надежной и эффективной эксплуатации очистных сооружений систем водоснабжения и канализации.

Реагентные методы, применяемые в настоящее время, как правило, не обеспечивают необходимую глубину очистки сточных вод от *токсичных металлов*. В последние годы в России значительный интерес вызвал *анаэробный метод очистки стоков* с использовани-

ем *сульфатовосстанавливающих бактерий*. Целесообразно применение сульфатредуцирующих бактерий для очистки сточных вод гальванических производств от таких *ионов металлов*, как *хром, железо, медь, цинк, серебро, ртуть* и др. Сущность технологии заключается в обработке *сточных вод* специализированной культурой *сульфатовосстанавливающих бактерий*, обладающих способностью в *анаэробных условиях* восстанавливать сульфаты до сероводорода с одновременным *окислением органических веществ* и разрушением *фосфатов, нитратов, ионов аммония*. Образующийся *сероводород* реагирует с растворенными *ионами металлов* с образованием нерастворимых *сульфидов*. Поскольку *растворимость* большинства *сульфидов металлов* намного ниже, чем *гидроксидов металлов*, в очищенной сточной воде достижимы существенно более низкие *концентрации металлов*.

Сточные воды предприятий, содержащие значительное количество *органических веществ (отработанные смазочно-охлаждающие жидкости, моющие растворы, спиртосодержащие смеси)*, необходимых для жизнедеятельности анаэробных бактерий, используются в качестве органического питания для культуры *микроорганизмов* на стадии *биологической очистки*.

Технология обеспечивает удаление *ионов металлов: хрома, меди, цинка, никеля, титана, молибдена, ртути, железа, алюминия; органических загрязнений: нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, смазочно-охлаждающих жидкостей, растворителей, краскосодержащих отходов, анионов: сульфатов, нитратов, фосфатов, аммонийного азота* — до концентраций, соответствующих чрезвычайно жестким *экологическим нормативам*.

6.4. Отходы полиграфии, утилизация вторичного сырья

Бумажные отходы полиграфической промышленности называются *макулатурой*. Она является заменителем таких видов первичного сырья и полуфабрикатов, как *целлюлоза, древесная масса, бумажная масса*. Переработка макулатуры для использования в производстве бумаги и картона осуществляется по мокрой технологии и включает следующие операции:

ропуск макулатуры;
очистку макулатурной массы от посторонних примесей;
дороспуск макулатурной массы; тонкую очистку макулатурной массы.

Роспуск макулатуры на волокна осуществляется в *водной среде* в гидроразбивателях* при концентрации 4–6 %. Под действием гидромеханических усилий происходят процессы измельчения макулатуры на кусочки и разделения на волокна. Гидроразбиватели оснащены ситом с отверстиями 10–12 мм.

Готовая суспензия макулатурной массы проходит через отверстия сита и поступает на следующую операцию. В гидроразбивателях происходит и отделение грубых включений из макулатуры — тяжелые удаляются из специального грязесборника, а легкие — в виде текстиля и полимерных пленок удаляются либо в виде жгута постоянно, либо периодически. *Тяжелые примеси* осаждаются в грязесборнике и периодически удаляются. *Легкие примеси* в виде *полимерных пленок* и кусочков макулатуры удаляются на вибросортировках.

Очищенная макулатурная масса, содержащая как растительные волокна, так и пучки волокон и кусочки макулатуры, проходит стадию дороспуска на специальном оборудовании — энтиштиперах различной конструкции типа конических или дисковых мельниц. Для окончательной очистки макулатурной массы от узелков и мелких точечных вкраплений широко применяются вихревые конические очистители, которые, как правило, устанавливаются в три ступени. Оптимальная концентрация массы для эффективной очистки составляет 0,5 %.

*Г и д р о р а з б и в а т е л ь — аппарат для размельчения сухих волокнистых полуфабрикатов, макулатуры и оборотного брака и превращения их в водную суспензию при производстве бумаги и картона. Гидроразбиватель состоит из цилиндрической ванны с ножами и плоского ротора с такими же ножами, при вращении которых создается интенсивная циркуляция суспензии. Гидроразбиватели бывают периодического и непрерывного действия. В последнем случае в днище ванны устанавливается перфорированное сито для непрерывного отвода волокнистой суспензии.

Применение *вторичного волокна* взамен свежих древесных полуфабрикатов связано с определенными трудностями вследствие нестабильности *состава макулатурной массы*. Вторичная масса и составляющие ее фракции различаются в основном средней длиной волокна и способностью образовывать связи между волокнами в бумаге. Вследствие этого следует отметить негативную тенденцию в области переработки макулатуры — медленное понижение ее качества. Как отмечают все эксперты, данный процесс будет продолжаться и впредь. Систематический многократный возврат макулатурного волокна в производство делает этот процесс практически неизбежным, ведь макулатурные волокна по своим физико-химическим и морфологическим свойствам значительно отличаются от первичных целлюлозных волокон.

6.5. Растворители

Органические растворители используются для выполнения целого ряда работ в полиграфии. При этом основные проблемы связаны с растворителями, применяемыми для очистки печатных машин и другого оборудования, используемыми в качестве *растворяющих агентов в типографских красках* и выполняющими функцию *добавок в увлажняющих растворах*. Кроме общей проблемы, связанной с выделениями *летучих органических соединений* (ЛОС), может возникнуть проблема, обусловленная тем, что некоторые возможные компоненты растворителей могут сохраняться в окружающей среде или обладают высоким потенциалом истощения *озона*.

Применение *растворителей* может быть сокращено несколькими способами. Более летучие компоненты, такие как *изопропиловый спирт*, могут быть замещены соединениями, имеющими более низкое *давление насыщенного пара*. В некоторых случаях типографские краски и составы для промывки, имеющие в качестве основы растворитель, могут быть заменены *водо-основными* материалами. Многие полиграфические операции нуждаются в усовершенствовании замещающих водо-основных материалов, для того

чтобы они могли эффективно конкурировать с веществами, основанными на *растворителях*. Технология использования печатных красок высокой твердости (High-solids ink) также может привести к сокращению применения *органических растворителей*.

Выделения, создаваемые растворителями, могут быть уменьшены за счет понижения температуры при смачивании *увлажняющими растворами*. В некоторых случаях растворители могут улавливаться на *адсорбирующее вещество*, такое как *активированный уголь*, и использоваться повторно. В других ситуациях интервалы в операциях слишком жестки для того, чтобы создать возможность улавливания растворителей для непосредственного повторного использования. Однако они могут улавливаться для повторной переработки вне производственного участка.

Испарения растворителей могут концентрироваться в системах конденсации. Эти системы состоят из теплообменников, за которыми следуют фильтры или электростатические осадители. Перед окончательной утилизацией конденсат проходит через *масляно-водный сепаратор*. На крупных предприятиях для уничтожения выделенных растворителей могут использоваться сжигатели (иногда называемые камерами догорания). В качестве *катализаторов термического процесса* могут применяться *платина* или другие *драгоценные металлы*. Некаталитические системы должны работать при более высоких температурах, но они не чувствительны к процессам, которые могут *отравить катализаторы*. Для того чтобы некаталитические системы были эффективны по издержкам, обычно необходима рекуперация теплоты.

6.6. Отходы фотоматериалов. Серебро

Во время черно-белой и цветной фотообработки *серебро* высвобождается в некоторые из участвующих в обработке *растворы*. Важно учитывать *токсичность серебра* для окружающей среды, чтобы правильно перемещать и утилизировать такие растворы. Хотя ион свободного серебра обладает высокой токсичностью для водной среды, в *составных формах (соединениях)*, таких как стоки

фотообработки, его токсичность значительно ниже. Соли серебра: *хлорид*, *тиосульфат* и *сульфид* — обычно образующиеся при фотообработке, более чем на четыре порядка менее токсичны, чем *нитрат серебра*. Серебро обладает высоким сходством с органическими веществами, илом, глиной и другими материалами, встречающимися в естественных средах. Это ослабляет его потенциальное воздействие на *водные системы*. При таком чрезвычайно низком уровне *ионов свободного серебра*, обнаруживаемых в стоках фотообработки или в естественных отходах, достаточной мерой защиты окружающей среды является применение технологии контроля, соответствующей тому соединению серебра, которое используется в фотопроцессе.

Состав стоков фотообработки варьирует в зависимости от осуществляемого процесса: черно-белого, цветного обратимого, цветного негативного/позитивного или некоторой их комбинации. Вода занимает 90–99 % объема стока, а большую часть остатка составляют неорганические *соли*, выполняющие функции *буферов* и фиксирующих агентов (*солюбилизаторы галоида серебра*), *хелатные соединения ионов* и *органические молекулы*, которые служат проявляющими агентами и *антиоксидантами*. Основные металлы, присутствующие в стоках фотообработки — *серебро* и *железо*.

Отходы фотоматериалов (фотопленка, фотобумага) зачастую сжигают, причем не всегда в специальных печах, а твердый остаток (пепел, золу) собирают и отправляют на переработку для извлечения *серебра*. Такой способ извлечения серебра из твердых отходов ведет к загрязнению окружающей атмосферы и, кроме того, к полной потере основы пленок, как правило, *триацетатной*. До 10 % серебра уносится с дымом, а образующийся при горении слиток затрудняет дальнейшую переработку для извлечения *вторичного серебра*. В последние годы разрабатывались методы *регенерации серебра из твердых отходов*, которые позволяли бы сохранить основу пленок в целях повторного использования и не загрязнять атмосферу. Существует несколько методов переработки фотоматериалов с целью извлечения из них серебра. Рассмотрим основные из них.

Биохимический метод. Используется для регенерации серебра из эмульсионных слоев фотокиноматериалов. В сосуд с водой помещают измельченные отходы фотоматериалов, добавляют при непрерывном помешивании ферментный препарат, под действием бактерий эмульсионный слой активно разрушается. Для более интенсивного разрушения желатины в раствор добавляют серную кислоту. В процессе обработки образуется серебросодержащий осадок, который фильтруют, сушат и отправляют на завод вторичных драгоценных металлов (ВДМ) для дальнейшей обработки.

Неферментный метод. Обеспечивает 99,9–100 % извлечения серебра в пульпу, 98,5–99,9 % — в твердый полупродукт и регенерацию основы фотокиноматериалов. Кинопленку обрабатывают водным раствором гидроксида щелочного металла, например калия (массовое содержание 5–20 %, оптимальное — 5 %), и отбеливателя универсального (0,2–0,4 г/л, оптимальная концентрация — 0,4 г/л) в течение 1–20 мин (оптимальное время — 2 мин) при температуре 40–60 °С (температуру можно повысить до 80–90 °С, особенно при низкой концентрации растворов щелочей). Неповрежденную основу извлекают после обработки, а оставшуюся пульпу кипятят в течение 1–3 мин (оптимальное время — 3 мин), нейтрализуют одной из минеральных кислот (серной или соляной) до pH 3,5–4,0 и отделяют твердую фазу от раствора на фильтре или с помощью центрифуги, промывают, сушат и отправляют на завод ВДМ.

Метод извлечения серебра с использованием сульфата меди и хлорида натрия. Засвеченные, отбракованные и бывшие в употреблении фотокиноматериалы обрабатывают в соответствующих растворах, в результате чего смывается (снимается) серебросодержащий слой. Метод состоит из нескольких этапов. Он позволяет получить из 3 т отходов фотокиноплёнки до 12 кг серебра или до 20 кг шлама, а 1 т фотобумаги “возвращает” до 1 кг серебра.

Метод извлечения серебра с использованием карбоната натрия. В конечном итоге в результате коагуляции образуется губчатообразный осадок серебра серовато-черного цвета, который легко фильтруется, сушится и направляется на дальнейшую обработку.

Другой основной метод сокращения содержания вредных веществ в окружающей среде — сокращение самого источника этих

веществ. Уровень *серебра*, нанесенного на квадратный метр сенсублизованных изделий, неуклонно снижается по мере появления на рынке новых поколений продуктов. Вследствие этого уменьшается и количество *химикатов*, необходимых для обработки данного участка пленки или бумаги. Регенерация и повторное использование сливов растворов также приводит к меньшему содержанию *вредных веществ* в окружающей среде на одно изображение.

С применением систем “Компьютер — печатная форма” и “Компьютер — печатная машина” частично или полностью отпадает применение фотохимикатов и фотоматериалов. Так, годовой баланс (25 заказов в день, 250 рабочих дней, односменный режим) машины формата А3 показал, что при этом отсутствует расход примерно 3500 л *фотохимикатов* и 55 000 л отходов промывочного раствора. Исползованная *полиэфирная форма* может быть утилизирована как бытовые отходы.

Жидкие отходы, образующиеся при работе малых офсетных машин, остатки корректирующих средств для печатных форм и очищающих растворов, а также *растворы проявителя* утилизируются как особые отходы. Проявители и растворы для *монометаллических пластин из алюминия* снижают количество отходов. Вентиляционные выбросы, образующиеся в процессе офсетной печати, — *летучие органические соединения*. Их можно значительно уменьшить, если *изопропиловый спирт* увлажняющего раствора частично заменять, например, *гликолями*. Краски для офсетной печати не включают *летучих органических соединений*, так как растворители масла не испаряются при комнатной температуре. *Алюминиевые* или *полиметаллические печатные пластины* можно сдавать в металлолом или использовать в других целях. Макулатура, бумажные отходы, образующиеся при резке и вырубке, и упаковочные материалы используются как вторсырье.

Мы рассмотрели некоторые способы переработки производственных отходов с целью охраны окружающей среды, в которых использовался комплекс *химических и физико-химических процессов и технологий*.

6.7. Государственный контроль за деятельностью полиграфических предприятий в области охраны окружающей среды и утилизации отходов

Экологические аспекты играют все большую роль в организации производства полиграфических машин. Известно даже, что в середине 2008 г. бразильское агентство DPZ создало для типографии Stilgraf серию рекламных постеров, на которых заявило, что главное в полиграфическом процессе — интересы экологии и вообще типографии должны быть социально ответственными. «Вот мы — ответственные, — утверждает Stilgraf. — Мы — “зеленая типография”».

В наши дни есть много новых разработок, позволяющих усилить контроль за охраной окружающей среды и сделать выбросы не столь отравляющими. Например, чтобы повысить степень контроля над экологическими аспектами разработки нового оборудования, немецкая фирма Heidelberg и технический университет Дармштадта создали Интернет-портал, который содержит базы данных с экологической информацией. Эти базы могут редактироваться в режиме реального времени с целью дополнения или замены имеющейся информации. После ввода в эксплуатацию портал станет важным рабочим инструментом конструкторов оборудования, благодаря ему соблюдение экологических требований должно стать одной из главных задач при создании новых машин.

Помимо этого, существуют и конкретные решения, позволяющие добиться более рационального использования материалов (бумаги, краски, растворителей) и энергии, а также уменьшить количество выбросов путем внедрения новых технологий: бесспиртовая печать, новые автоматические системы, экологичная печать, регулирование цвета, улучшенные системы фильтров и т. п. Однако все эти наработки не могут исключить весь вред, наносимый природе в результате деятельности предприятий печати, и еще используются пока в полиграфии такие вещества, ущерб от воздействия которых может быть значительным.

Полиграфические предприятия, как любые производства, не обходятся без *загрязняющих отходов*. Полиграфические процессы сопровождаются наличием обрезки бумаги и картона, макулатуры, применением *химикатов*, *ртутных ламп* и др.

На любом, даже самом небольшом, предприятии должны руководствоваться четырьмя важными документами, регламентирующими природопользование. Это проект нормативов ПДВ (предельно допустимые выбросы в атмосферу), проект нормативов ПДС (предельно допустимые сбросы на рельеф местности и в водные объекты), лимит на размещение отходов (регламентируется проектом нормативов образования отходов), а также лицензия по обращению с *опасными отходами*.

В природоохранной документации каждого предприятия должна содержаться информации о том, какие *классы отходов* образуются в результате применения используемых на производстве технологий, где хранятся отходы, кому передаются на утилизацию, какой класс опасности имеют, сколько одновременно их может храниться на промышленной площадке.

Предприятие не может выбросить в атмосферу *загрязняющих веществ* больше утвержденного норматива, который измеряется в граммах в секунду. Концентрация загрязняющего вещества не должна быть превышена в границах санитарно-защитной зоны.

Существует государственный классификатор отходов, утвержденный Министерством юстиции РФ, в котором расписаны все существующие группы отходов. Для полиграфии это, например, *обрезь бумаги*, *краска*, *растворители*.

Если в планы предприятия входит минимизация платежей за размещение отходов в соответствии с действующим законодательством, тогда ему необходимо получить лицензию на деятельность по обращению с опасными отходами. В соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ “Об отходах производства и потребления” (с изменениями от 29.12.2000 г.) и с “Положением о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами”, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 23.05.2002 г. № 340, даже частные предприниматели обязаны иметь такую лицензию.

Все государственные контрольные функции в области охраны окружающей среды в настоящее время выполняет Управление технологического и экологического надзора. В его функции входят государственная экологическая экспертиза, нормирование выбросов и сбросов, лицензирование, проведение государственного экологического контроля, согласование экономических расчетов платежей за выбросы, сбросы, размещение отходов. Все необходимые химические анализы проводятся аккредитованными лабораториями при продлении проектов нормативов ПДВ и ПДС.

Правила по охране труда (ПОТ) устанавливают основные требования безопасности к работам с использованием химических веществ во всех областях производственной деятельности. В соответствии с ПОТ под **“вредным” химическим веществом** по ГОСТ 12.1.007 подразумевается такое вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения от нормы в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в период работы, так и в отдаленные сроки жизни нынешнего и последующего поколений.

Вредные химические вещества классифицируют в соответствии с нормативными правовыми актами:

по степени воздействия на организм человека (по *токсичности*) — на *четыре класса опасности*: 1-й — вещества чрезвычайно опасные, 2-й — вещества высокоопасные, 3-й — вещества умеренно опасные, 4-й — вещества малоопасные (ГОСТ 12.1.007, Приложение 1). Отнесение вещества к определенному классу опасности должно производиться по показателю таблицы, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности;

по характеру воздействия на организм человека — *общетоксические, раздражающие, сенсibilизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию* и с *остронаправленным механизмом действия*, способные вызывать аллергические заболевания; *канцерогены, аэрозоли* преимущественно фиброгенного действия;

по пути проникновения в организм человека: попадающие через дыхательные пути, через пищеварительную систему, через кожный покров;

по потенциальной опасности: способные вызывать пожар, усиливать пожароопасные факторы, *отравлять среду обитания*, воздействовать на человека через кожу, слизистые оболочки дыхательных путей, в результате непосредственного контакта или на расстоянии как при нормальных условиях, так и при пожаре; их разделяют на *особоопасные, опасные, малоопасные и безопасные вещества*.

При использовании *химических веществ* следует учитывать их потенциальную опасность, возможность воздействия физических, химических и психофизиологических опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003, их суммирующий и потенцирующий эффект. Необходимо периодически проводить аттестацию рабочих мест и оценивать условия труда на них.

Уровни опасных и вредных производственных факторов, возникающих при использовании *химических веществ*, не должны превышать допустимых значений, предусмотренных государственными стандартами и санитарно-гигиеническими нормами. Содержание *вредных химических веществ* в воздухе рабочей зоны должно удовлетворять ГОСТ 12.1.005 и дополнения к перечням ПДК 4617–88.

Каждая организация, деятельность которой связана с выбросами *загрязняющих вредных веществ*, должна быть оснащена сооружениями, оборудованием, аппаратурой для очистки выбросов и средствами контроля за количеством и составом выбрасываемых веществ.

Нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ, загрязняющих воздух, воды, почвы, должны устанавливаться с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии мутагенного эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнения, согласно действующим нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ в окружающей природной среде.

В данной главе рассмотрены вопросы *экологической безопасности* полиграфической промышленности: влияние производства на окружающую среду, выбросы и их ликвидация, основные пути очистки и утилизации отходов, новые разработки *экологически чистых технологий*, а также роль государства в обеспечении соответствующего контроля. В течение ряда лет ведущие мировые компании направляют немало усилий для разработки, производства и утилизации печатных машин, позволяющих сократить потребление ресурсов, объем выбросов и количество макулатуры, и защита окружающей среды — одно из приоритетных направлений их деятельности, важность которого неуклонно возрастает. Их деятельность наглядно показывает, что *экологичность* и *экономический успех* отнюдь не взаимоисключающие понятия. Научные разработки, направленные на создание наиболее чистых полиграфических производств, активно ведутся как в России, так и за рубежом.

6.8. Маркировка продукции

Экологическая маркировка — комплекс сведений экологического характера о продукции, процессе или услуге в виде текста, отдельных графических, цветовых символов (условных обозначений) и их комбинаций. Она наносится в зависимости от конкретных условий непосредственно на полиграфическое *изделие*, *упаковку (тару)*, *табличку*, *ярлык (бирку)*, *этикетку* или указывается в сопроводительной документации.

Экомаркировка информирует покупателей об экологических свойствах продукции. Некоторые знаки приняты на международном и общенациональном уровнях, но встречаются и собственные знаки конкретных фирм.

Выбирая продукт с экомаркировкой, потребитель делает преднамеренный, осознанный и обоснованный выбор продукции или услуги, которая нанесет меньше вреда окружающей среде, чем аналогичный продукт или услуга без такой марки, однако это не подразумевает, что продукт вовсе не оказывает вредного воздействия на окружающую среду. Поэтому экологическая маркировка — нечто иное, чем

просто подтверждение соответствия продукции минимальным требованиям стандартов или регламентов.

В широком понимании экологическую маркировку можно классифицировать как “сертифицированную первой стороной”, либо “сертифицированную третьей стороной”. Сертификация первой стороной, или “самодекларация соответствия”, проводится самими поставщиками для повышения позитивных социальных или экологических аспектов своей продукции. Сертификация третьей стороной проводится независимыми организациями или государственными организациями, не имеющими финансовой заинтересованности в отношении данной продукции. Эти организации проводят оценку продукции или услуг в соответствии с принятыми государством критериями.

Системы экомаркировки можно встретить по всему миру. У них длинная история, особенно в Европе: немецкая система “Голубой ангел” (Blue Angel) существует с 1978 г. По последним оценкам, более 30 стран работают по таким системам. Огромное количество товаров подвергается экомаркировке и соответствующей сертификации: от кондиционеров, автомобилей, товаров домашнего обихода, молочной продукции, бумажной продукции, красок и до окон, дверей и многих других видов продукции.

В 1994 г. была создана Глобальная сеть экомаркировки (GEN) для совершенствования, продвижения и разработки экологической маркировки товаров и услуг. Она состоит из 14 организаций по экомаркировке из Европы, Азии, Северной и Южной Америки. Они собирают и распространяют информацию по программам использования экологической маркировки, а также занимаются работой над программами о взаимном признании и обеспечивают механизмы обмена информацией.

Экологическая маркировка в России

Развитой системы экомаркировки в России пока еще нет, тем не менее существует много правовых актов, затрагивающих этот вопрос: в области охраны окружающей среды, защиты прав потребителей,

стандартизации, сертификации и рекламы, а также есть государственные стандарты, нормативные документы министерств и ведомств и Знак соответствия Госстандарта РФ. Правда, после введения в действие Федерального закона “О техническом регулировании” ситуация с ГОСТами и сертификацией остается неясной.

Применяются знаки систем сертификации по экологическим требованиям, поддержки и пропаганды природоохранной деятельности, а также иностранные символы как на импортных товарах, так и (зачастую неправомерно проставленные) на российских изделиях.

Среди отечественных экомаркировок распространены знаки, надписи и прочие изображения, заявляющие об “экологической чистоте”. Многие специалисты считают это бессмысленным. Согласно нормам права, экологически чистым можно считать продукт, если он не содержит вредных для человека и окружающей среды веществ, а при его производстве и утилизации природе не наносится вреда. На практике это нереально, и может быть различной лишь степень негативного воздействия. В Канаде, например, маркировки “экологически чистый”, “дружественный к окружающей среде” запрещены, а применение маркировок типа “не содержит вещества...” ограничено. Для них нужны дополнительные пояснения: это может быть указание пороговой концентрации, которую не превышает содержание вещества, или заявление о том, что данное вещество не используется при производстве продукта.

Тем не менее российские стандарты в принципе допускают такого рода заявления при определенных условиях:

ГОСТ Р 51121–97 “Товары непродовольственные. Информация для потребителя. Общие требования” устанавливает, что использование в наименовании товара характеристик “экологически чистый”, “изготовленный без применения вредных веществ”, “радиационно безопасный” и других аналогичных утверждений разрешается лишь при указании в научно-технической документации изготовителя методов контроля данных характеристик и при подтверждении их компетентными органами;

ГОСТ Р 51074–97 “Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования” также допускает использование в наименовании продуктов понятий типа “экологически чистый”, “выращенный с использованием только органических удобрений”, “выращенный без применения пестицидов” и аналогичных только при указании нормативного документа, позволяющего идентифицировать свойства продукта или дающего определение термина и/или при подтверждении компетентными органами.

Предпринимаются попытки развивать экомаркировку и на региональном уровне, особенно в столицах. Санкт-Петербургский экологический союз реализует программу “Экология и человек”, удостоенную Европейской премии Джованни Маркора. Один из ее проектов — внедрение экомаркировки для продукции широкого спроса. Знак с многообещающим названием “Листок жизни” предполагается проставлять на товарах, технология изготовления и состав которых соответствуют европейским нормам. Разработчики называют его аналогом “Белого Лебедя” и “Голубого Ангела”. Результаты экологической экспертизы планируется заслушивать на консультационно-общественном совете при Торгово-промышленной палате. В Москве Департамент природопользования и защиты окружающей среды ввел систему экологической маркировки автозаправочных станций, предусматривающую контроль за соблюдением экологических требований к качеству топлива.

Далее приведены некоторые знаки, используемые для маркировки различного рода изделий, опасностей и т. д. Поскольку эти знаки наносятся на различного рода полиграфические изделия, целесообразно представить их в этом издании.

6.8.1. Знаки, обозначающие степень экологического благополучия товара или его упаковки

Знаков, обозначающих степень экологического благополучия товаров, за последнее время в разных странах становится все больше. Рассмотрим некоторые из них.



Первая российская экомаркировка “Листок жизни” — товарный знак экологического качества продукции, появившийся в 2001 г. в Санкт-Петербурге. Его разработчик — НП «Санкт-Петербургский экологический союз». Чтобы маркировка соответствовала требованиям стран Евросоюза, России нужно вступить во Всемирную ассоциацию по экологической маркировке (GEN) и получить от Европейского сообщества признание российского природоохранного законодательства.



Пример маркировки, предусмотренной ГОСТ Р 51150–98. “Продукция, свободная от хлорорганических соединений”.



Название этого знака переводится с немецкого как “Зеленая точка”.

Вопреки распространенному мнению, этот знак не означает, что продукт или его часть были изготовлены из переработанных материалов или хотя бы пригодны для переработки.



Знак ставится на свою продукцию компаниями, которые оказывают финансовую помощь германской программе переработки отходов “Eco Emballage” (“Экологическая упаковка”) и включены в ее систему утилизации. Таким образом, за пределами Германии знак смысла не несет, а в случае, когда он ставится на отечественные продукты местными производителями — и вовсе абсурден.

Знак встречается в черно-белом, зелено-белом и зеленом исполнении.



Немецкая система “Голубой ангел” (“Blue Angel”) существует с 1978 г. (официальное название системы — “Экологическая марка”, но поскольку ее знак на продукции похож на голубого ангела, то она стала известна под таким названием).



Этот знак говорит о том, что в процессе производства товаров наносится минимальный вред окружающей среде.



Экологический сертификационный символ, введенный четырьмя скандинавскими странами (Швецией, Норвегией, Финляндией и Исландией) в 1990 г. Обозначает соответствие товара жестким скандинавским экологическим нормативам.



Решение об использовании для конкретного товара этого символа принимает специальная межгосударственная комиссия (“Nordic ecolabelling committee”).

Одна из основных организаций, поддерживающих данный символ – Шведский институт стандартов (SIS — Swedish Standard Institution).



Шведский экологический символ, встречающийся на пищевых продуктах. Выдается Шведским обществом контроля сельхозпродукции (Kontrollföreningen för ekologisk odling). Обозначает товары, выращенные без применения химических удобрений и пестицидов. В случае с продуктами животного происхождения применяются другие критерии. Иногда встречается на продуктах, произведенных за пределами Швеции (кофе, чай, фрукты).

Good Environmental Choice – Экологический выбор

Эко-лейбл, лицензия на использование которого выдается Шведским обществом защиты природы (Swedish Society for Nature Conservation) тем товарам и производителям, которые удовлетворяют требованиям экологических стандартов. Это может означать незагрязнение окружающей среды в процессе производства или утилизации, несодержание вредных веществ и т. д. Набор требований зависит от группы товаров. Применяется с 1992 г. Представляет собой изображение зеленого сокола в круге.



Eco Label – Эко-лейбл

Знак единой экомаркировки в соответствии с требованиями Евросоюза, как и знак “Голубой ангел”, говорит об экологичности продукта и ставится на упаковке в двух цветах: зеленый и голубой или черный на белом фоне. Он не распространяется на пищевые продукты и лекарства, им маркируются товары, отнесенные к опасным, но используемые при соблюдении ограничительных условий или в допустимых пределах. Работа по присвоению европейского экологического знака, в том числе испытания на соответствие утвержденным критериям, ведутся на национальном уровне.



Green Seal – Зеленая печать

Экологический знак Европейского сообщества.



Экологический выбор

Символ, принятый в Канаде.



Указывает на экологичность продукции.



Эко-знак

Япония



Экологические знаки различных товаропроизводящих фирм, стремящихся внести свой вклад в охрану окружающей среды.

К этой группе можно отнести знаки, обозначающие изделия, поддающиеся повторному использованию или полученные в результате вторичной переработки. Существует большое разнообразие таких знаков, но наиболее распространенными являются знаки, представляющие замкнутый цикл, обозначающие систему “создание — применение — утилизация” с указанием материала, из которого произведено данное изделие.

В соответствии с требованиями Директивы ЕС всякая упаковка должна маркироваться следующими знаками:

Картон



Этот знак обозначает, что использованный в товаре или упаковке картон подлежит переработке.

Теоретически, этот знак должен указывать на то, что данный продукт (или упаковка) изготовлен

из переработанного материала (Recycled) и/или пригоден для последующей переработки (Recyclable).



Производителям рекомендуется пояснять текстом под этим знаком или вокруг него, что имеется в виду, а также уточнять параметры “вторичности”, например “Изготовлено на 70 % из переработанного картона”.



Однако использование данного знака не контролируется никакой организацией. Следовательно, ставить его на свои продукты может кто угодно, т. е. этот знак чаще всего ни о чем не говорит.



Упаковка из переработанного материала

Упаковка частично или полностью изготовлена из вторичных материалов. В конце стрелки чаще всего ставят процент содержания вторичных материалов.



Перерабатываемая упаковка

Этот знак обозначает, что упаковка изготовлена из материалов, подлежащих переработке.

При необходимости для идентификации материала упаковки и облегчения сортировки на нее наносятся цифровые или буквенные обозначения, расположенные чаще всего в центре знака (а иногда — ниже), позволяющие установить тип материала.

6.8.2. Знаки, призывающие к охране и сбережению окружающей среды и ее безопасности



Знак соответствия обязательной сертификации



Экологический знак Международного экологического фонда



“Экологический сертификат”



Безопасно для дельфинов

Символ на рыбных консервах, означает, что при вылове рыбы не использовались дрейфтерные сети, опасные для дельфинов.



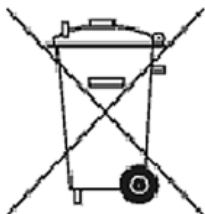
Безопасен для озонового слоя

Знак на аэрозольных препаратах, отражающий отсутствие веществ, приводящих к разрушению озонового слоя вокруг Земли.



Натуральный продукт

Знак, информирующий о натуральности или органическом происхождении продукции (используемом сырье и процессах изготовления).



Знак, указывающий на необходимость отдельного сбора использованных источников питания (батареек и аккумуляторов), содержащих некоторые опасные вещества, например ртуть, кадмий, свинец.



Знаки этой группы чаще всего встречаются на упаковке потребительских товаров. Их смысл сводится к призыву не сорить, поддерживать чистоту и сдавать использованные изделия на вторичную переработку, опуская их в соответствующие мусорные сборники.

6.8.3. Знаки, предупреждающие об опасности изделия или предмета для человека и окружающей среды

Все больше появляется знаков, указывающих на опасность изделия для окружающей среды. К ним относятся:

специальные знаки для обозначения веществ, представляющих опасность для морской фауны и флоры при их перевозке водными путями;



знак “Опасно для окружающей среды”, используемый законодательством ЕС, принятым по классификации, упаковке и маркировке веществ и препаратов.

Ниже приведены символы (знаки), используемые в рамках Единой системы и маркировки (GNS) для обозначения опасности веществ и изделий для человека и окружающей среды с использованием “фраз” опасности, риска (так называемых R-фраз).



Примеры предупреждающих знаков и фраз:

- Смертельно при контакте с кожей.
- Токсично при контакте с кожей.
- Смертельно при вдыхании.
- Вредно при контакте с кожей.
- Вредно при вдыхании.
- Вызывает раздражение кожи.
- Вызывает серьезное раздражение глаз.
- Может вызывать респираторное раздражение.
- Может вызывать сонливость или головокружение.
- Может вызывать аллергическую реакцию кожи.



- Вызывает серьезные ожоги и вредит глазам.
- Наносит серьезный вред глазам.



Опасно — пример предупреждающих фраз:

- Чрезвычайно легковоспламеняющиеся жидкости и испарения (точка воспламенения $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ и точка кипения $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Легковоспламеняющиеся жидкости и испарения (точка воспламенения $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ и точка кипения $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$).

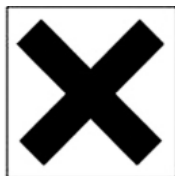


Едкие

Едкие вещества и препараты

R34 Вызывают ожоги.

R35 Вызывают серьезные ожоги.



Раздражающие

Раздражающие вещества и препараты

R36 Раздражение глаз.

R37 Раздражение дыхательной системы.

R38 Раздражение кожи.

R41 Риск серьезного поражения глаз.

R43 Может вызывать раздражение при контакте с кожей.

В России экомаркировка очень часто не проставляется из-за отсутствия единого государственного подхода к этой проблеме.

Положительным фактором последнего времени стало появление на продукции совместных предприятий экологических знаков и изображений, сопровождаемых надписями на русском языке и направленных на сохранение среды обитания.

6.8.4. Гигиеническая оценка издательской продукции

Любая полиграфическая продукция, особенно предназначенная для детей, школьников и взрослого населения, должны отвечать определенным критериям, соответствовать определенным нормам и правилам, обеспечивающим ее эколого-гигиеническую безопасность. Далее приведены некоторые документы, подтверждающие изложенное выше. Перечень основных нормативно-правовых документов представлен в Приложении.

ПИСЬМО МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ “О ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ПРОДУКЦИИ”

21 октября 1998 года

№ 1100/2493-98-111

(НЦПИ)

(Изменение: письмо Департамента государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения РФ от 27 января 1999 г. № 1100/161-99-111)

В связи с введением гигиенической оценки издательской продукции, в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 20.07.98 г. № 217 “О гигиенической оценке производства, поставки и реализации продукции и товаров”, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 07.08.98 г. за № 1587 и опубликованным в “Бюллетене нормативных актов федеральных органов исполнительной власти” от 31.08.98 г. № 21, сообщая:

1. К издательской продукции следует относить: книжные издания, журнальные издания, газетные издания, календари, комбинированные издания, книжки-игрушки (Приложение 1).

2. Гигиеническая оценка издательской продукции осуществляется на соответствие требованиям санитарных норм и правил СанПиН “Гигиенические требования к изданиям книжным для взрослых” 1.2.685–98, утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.01.98 г. № 1 и

введенных в действие с 01.04.98 г., и СанПиН 2.4.7.702–98 “Гигиенические требования к изданиям учебным для общего и начального профессионального образования”, утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.04.98 г. № 17 и введенных в действие с 01.08.98 г. взамен СП 1405–76 “Санитарные правила по оформлению школьных учебников”.

Переиздание учебных изданий, выпущенных до 01.08.98 г. в соответствии с требованиями СП 1405–76, разрешается до 01.08.2000 г.

3. Альбомы (издания, большую часть объема которых занимает изображение) не входят в область распространения вышеуказанных санитарных правил и могут реализовываться без гигиенических заключений. Реализация единичных экземпляров изданий через букинистическую торговлю также допускается без гигиенических заключений, в комбинированных изданиях гигиенической оценке подлежат только текстовые.

4. Издания книжные для взрослых, подписанные в печать до 10.09.98 г., могут реализовываться без гигиенического заключения. Подписанные в печать после указанного срока должны пройти гигиеническую оценку, реализация этих изданий с 01.01.99 г. без гигиенических заключений не допускается.

Газетные издания могут реализовываться без гигиенических заключений до 01.01.2000 г. Журнальные издания могут реализовываться без гигиенических заключений до 01.01.2000 г.

5. Гигиенические заключения по учебным пособиям, учебникам, дидактическим материалам, включая издания для общего и начального профессионального образования, выдаются только Департаментом госсанэпиднадзора Минздрава России.

6. Гигиенические сертификаты, выданные до 01.10.98 г. на бланках старого образца, считаются действительными до истечения срока их действия.

**Виды изданий. Термины и определения
(по ГОСТ 7.60–90)**

№ п/п	Термины	Определения
1	Издание	Документ, предназначенный для распространения содержащейся в нем информации, прошедший редакционно-издательскую обработку, полученный печатанием или тиснением, полиграфически самостоятельно оформленный, имеющий выходные сведения
2	Книжное издание	Издание в виде скрепленных в корешке листов печатного материала любого формата в обложке или переплете
3	Журнальное издание	Издание в виде блока скрепленных в корешке листов печатного материала установленного формата, издательски приспособленное к специфике данного периодического издания, в обложке или переплете
4	Газетное издание	Листовое издание в виде одного или нескольких листов печатного материала установленного формата, издательски приспособленное к специфике данного периодического издания
5	Комбинированное издание	Издание, включающее наряду с печатным изданием текста записи звуков (пластинки, магнитофонные ленты) и изображения на других материальных носителях (слайды, пленки)
6	Книжка-игрушка	Издание, имеющее необходимую конструктивную форму, предназначенное для умственного и эстетического развития детей. Различают следующие разновидности книжек-игрушек: книжка-ширмочка, книжка-гармошка, книжка-вертушка, книжка с игровым замыслом, книжка-панорама, книжка-затая, книжка-фигура, книжка-поделка

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ И НОРМАТИВОВ
САНПИН 2.4.7.1166–02

2.4.7. Гигиена детей и подростков

**“Гигиенические требования к изданиям учебным для общего
и начального профессионального образования”
(утв. Главным государственным санитарным врачом РФ
7 октября 2002 г.)**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие санитарные правила и нормативы (далее — санитарные правила) разработаны на основании Федерального закона Российской Федерации “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999 г., № 14, ст. 1650), Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации, Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000 г., № 31, ст. 3295), Федерального закона от 13 января 1996 г. № 12-ФЗ “Об образовании” (с изменениями и дополнениями; Собрание законодательства Российской Федерации, 2002 г., № 7, ст. 631).

1.2. Настоящие санитарные правила направлены на профилактику заболеваний органов зрения, опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы организма учащихся.

1.3. Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к весу, шрифтовому оформлению, качеству печати и полиграфическим материалам для учебных изданий (учебников, учебных пособий, практикумов, далее — изданий) с целью обеспечения их удобочитаемости и соответствия веса изданий функциональным возможностям организма учащихся, что приводит к снижению зрительной нагрузки в процессе чтения, предупреждает развитие зрительного и общего утомления.

1.4. Санитарные правила распространяются на издания учебные для общего и начального профессионального образования, а также на учебные издания, предназначенные для абитуриентов.

1.5. Санитарные правила не распространяются на издания, предназначенные для слабовидящих детей, обучающихся в коррекционных образовательных учреждениях.

1.6. Соблюдение требований настоящих санитарных правил является обязательным для граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, занимающихся издательской деятельностью.

1.7. Нормативные документы (государственные и отраслевые стандарты) в части регламентации и обеспечения гигиенических требований к изданиям не должны противоречить настоящим санитарным правилам.

1.8. Учебные издания для общего и начального профессионального образования допускаются к использованию только при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии их настоящим санитарным правилам.

1.9. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за выполнением настоящих санитарных правил осуществляют учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

2. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗДАНИЙ

2.1. В зависимости от характера предъявления и объема информационного материала для единовременного прочтения и усвоения издания по учебным дисциплинам подразделяются на:

гуманитарные (букварь, родная речь, обществознание, окружающий мир, история, литература, языковедение — русский и иностранные языки, психология, науки о государстве и праве, основы безопасности жизнедеятельности, экономика, предметы эстетического цикла, физическая культура, трудовое обучение и т. п.);

математические (арифметика, математика, алгебра, геометрия, тригонометрия, логика, информатика и т. п.);

естественные (естествознание, экология, астрономия, физика, химия, география, биология, черчение и т. п.);

специальные дисциплины для начального профессионального образования (механика, радиоэлектроника, электротехника, металлургия, горное дело, химическая технология, сельское хозяйство, медицина, педагогика, музыка, конструкторские дисциплины и т. п.).

2.2. В зависимости от функционального назначения в процессе обучения издания подразделяются на:

учебник;

учебное пособие;

практикум.

Учебные издания нового поколения — учебник-тетрадь, индивидуальная рабочая тетрадь, книга для самостоятельной работы учащихся, альбом-задачник, тетрадь для творческих заданий и т.п. — следует относить к практикумам.

2.3. В зависимости от возрастной категории издания предназначаются для:

начального образования (первая ступень) — 1–4 классы;

основного образования (вторая ступень) — 5–9 классы;

среднего образования (третья ступень) — 10–11 классы.

Учебные издания для начального профессионального образования по возрастной категории следует отнести к изданиям для среднего образования.

3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДАНИЯМ

3.1. Общие требования

3.1.1. Не рекомендуется выпускать издания, включающие материалы двух возрастных категорий.

Издание должно включать материалы, рассчитанные не более, чем на:

1 год обучения для 1 класса,

2 года обучения для 2–6 классов,

3 года обучения для 7–11 классов.

3.1.2. Издания допускаются в форматах, соответствующих действующему государственному стандарту.

Для рабочих тетрадей, атласов, пособий по черчению, изобразительному искусству, трудовому обучению и т.п. допускается формат 70х108/16.

3.1.3. Вес издания не должен быть более:

300 г — для 1–4 классов;

400 г — для 5–6 классов;

500 г — для 7–9 классов;

600 г — для 10–11 классов.

Вес изданий для 1–4 классов, предназначенных для работы только в классе, не должен превышать 500 г.

Допускается увеличение веса издания не более чем на 10 %.

3.1.4. Издания могут быть изготовлены в мягкой обложке или жесткой переплетной крышке.

3.1.5. Издания в переплетных крышках с бумажным покрытием должны быть отделаны припрессовкой пленки.

Издания в обложках должны быть отделаны лакированием или припрессовкой пленки, кроме обложек, изготовленных из мелованных бумаг или бумаг со специальным покрытием.

3.1.6. Не допускается применять способы скрепления блока издания, приводящие к ухудшению условий чтения:

шитье проволокой втачку;

клеевое бесшвейное скрепление.

Для изданий, функционально предназначенных к постраничному разъединению (разрезанию), например, дидактические материалы, карточки с заданиями и т.п., допускается бесшвейное клеевое скрепление.

3.1.7. Не рекомендуется применять способ высокой печати для изданий первой ступени образования.

3.1.8. Корешковые поля на развороте издания должны быть не менее 26 мм, при этом размер корешкового поля на странице не должен быть менее 10 мм.

Допускается на полях страницы, кроме корешковых, размещать условные обозначения заданий, наглядные изображения, текст объемом не более 50 знаков на расстоянии не менее 5 мм от полосы.

Верхнее, наружное и нижнее поля, не включая иллюстративного заполнения полей, должны быть не менее 10 мм.

3.1.9. При печати черной краской интервал оптических плотностей элементов изображения текста и бумаги в издании должен быть не менее 0,7. Не допускается печать текста с нечеткими (“рваными”) штрихами знаков.

3.1.10. Не допускается печатать текст на цветном, сером фоне, участках многокрасочных иллюстраций с оптической плотностью фона более 0,3.

3.1.11. В изданиях для 1–4 классов при печати текста объемом более 200 знаков на цветном (сером) фоне кегль шрифта должен быть на 2 пункта больше кегля шрифта основного текста, увеличение интерлиньяжа — не менее 2 пунктов, шрифты — из группы рубленных нормального или широкого, светлого или полужирного начертания.

3.1.12. Не допускается применять в изданиях шрифты узкого начертания, кроме заголовков.

3.1.13. В изданиях для первой ступени образования не допускается применение шрифтов с наклонными осями округлых букв (например, шрифты из группы медиевальных, гарнитуры типа “Таймс”).

3.1.14. В изданиях для 1–4 классов междусловный пробел должен быть не менее кегля шрифта текста; для 5–11 классов — не менее половины кегля шрифта текста.

3.1.15. Не допускается применять:

для основного и дополнительного текста — выворотку шрифта и цветные краски;

для выделения текста — выворотку шрифта и цветные краски на цветном фоне;

цветной и серый фон в прописях и рабочих тетрадах на участках, предназначенных для письма;

для наглядных изображений (график, схема, таблица, диаграмма и т. п.) — цветные краски на цветном фоне;

для основного и дополнительного текста — набор в три и более колонок.

3.1.16. Для выделения текста в изданиях первой ступени образования допускается применять не более трех цветных красок, в

изданиях второй ступени образования — не более двух цветных красок, в изданиях третьей ступени образования применение цветных красок не рекомендуется.

3.1.17. В изданиях первой ступени образования для основного и дополнительного текста и выделений (кроме заголовков) допускается применять не более четырех вариантов шрифтового оформления, отличающихся одним из параметров: кеглем или гарнитурой, или ее начертанием, или наличием цветных выделений.

3.1.18. Во всем объеме изданий второй и третьей ступеней образования рекомендуется одинаковое шрифтовое оформление каждого из видов текста (основного, дополнительного).

3.1.19. Для картографических надписей в изданиях для 1–4 классов рекомендуется применять шрифт кеглем не менее 10 пунктов, для 5–9 классов — не менее 9 пунктов, для 10–11 классов — не менее 8 пунктов.

3.1.20. При расположении текста справа от иллюстраций начало строк, кроме заголовков и абзацев, должно находиться на одной вертикальной линии.

3.1.21. В текстовой части комбинированных изданий для 1-го класса допускается применять шрифт кеглем не менее 16 пунктов, для 2–4 классов — не менее 14 пунктов, для 5–11 классов кегль шрифта должен соответствовать кеглю, установленному для изданий по языковедению.

3.1.22. В изданиях не допускаются дефекты, приводящие к искажению или потере информации, ухудшающие удобочитаемость, условия чтения:

непропечатка (потеря элементов изображения), смазывание, отмарывание краски, забитые краской участки, пятна, царапины, двоянная печать;

затеки клея на обрезы или внутрь блока, вызывающие склеивание страниц и повреждение текста или иллюстраций при раскрытии;

деформация блока или переплетной крышки.

6.8.5. Некоторые нормативные документы в экологической сфере применительно к полиграфической промышленности

В целях обеспечения безопасности населения и в соответствии с Федеральным законом “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с особым режимом использования (далее — санитарно-защитная зона (СЗЗ)), размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами. Полиграфические комбинаты отнесены к классу IV опасности предприятий — санитарно-защитная зона 100 м.

ГОСТ — государственные стандарты, регламентирующие все области промышленности и строительства. Каждый из них содержит обязательные требования, касающиеся безопасности, защиты жизни и здоровья граждан, животных и растений, охраны окружающей среды, государственного, муниципального и частного имущества, а также предупреждения любых действий, которые могут ввести в заблуждение покупателей.

Полиграфическая промышленность регламентируется следующими ГОСТами и нормами:

1. ГОСТ 12.1.007–76. “Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности”.

Настоящий стандарт распространяется на вредные вещества, содержащиеся в сырье, продуктах, полупродуктах и отходах производства, и устанавливает общие требования безопасности при их производстве, применении и хранении.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й — вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й — вещества высокоопасные;
- 3-й — вещества умеренно опасные;
- 4-й — вещества малоопасные.

Таблица 6.1

Норма содержания опасных вредных веществ

Наименование показателей	Норма для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15–150	151–5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001–50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300–30	29–3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0–5,0	4,9–2,5	Менее 2,5

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 6.1.

2. ГОСТ 17.2.3.02–78 “Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями”. Настоящий стандарт определяет правила установления допустимых выбросов вредных веществ проектируемыми и действующими промышленными предприятиями в атмосферу.

На основе настоящего стандарта министерства и ведомства разрабатывают отраслевые стандарты и другую нормативно-техническую

документацию, регламентирующую установление величин выбросов вредных веществ с учетом отраслевых особенностей.

3. Международный экологический стандарт: ISO 14001:2004 (ГОСТ Р ИСО 14001–2007) “Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению”.

Серия международных стандартов Системы экологического менеджмента на предприятиях ISO 14000 — одна из наиболее значимых международных инициатив по охране природных ресурсов.

Система экологического менеджмента — часть всей системы менеджмента организации, призванная помочь организации сформулировать экологическую политику. Главная цель построения Системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями международных стандартов серии ISO 14000 (ГОСТ Р ИСО 14001–2007) — защита окружающей среды от воздействия внешних хозяйственных факторов и улучшение экологической обстановки при одновременном увеличении объемов производства, снижении расходов сырья и материалов, экономии энергоресурсов, улучшении качества продукции.

4. ГОСТ 17.4.1.02–83. “Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения”. Настоящий стандарт устанавливает классификацию химических веществ антропогенного происхождения по степени опасности для контроля загрязнения и прогноза состояния почв (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов, к классам опасности

Класс опасности	Химическое вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

5. ГОСТ 17.2.1.01–76 “Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу”. Настоящий стандарт устанавливает классификацию выбросов вредных веществ из источников загрязнения атмосферы по составу и структуру построения их условного обозначения:

2. Выбросы в атмосферу из источников загрязнения характеризуются по четырем признакам:

по агрегатному состоянию:

газообразные (А),

жидкие (К),

твердые (Т);

по химическому составу:

сернистый ангидрид (01),

окись углерода (02),

окислы азота (в пересчете на NO_2) (03),

фтор и его соединения (в пересчете на фтор-ион) (04),

сероуглерод (05),

сероводород (06),

хлор (07),

синильная кислота и цианиды (в пересчете на CN) (08),

ртуть и ее соединения (09),

аммиак (10),

мышьяк и его соединения (11),

сумма углеводов (12),

углеводороды предельные (13),

углеводороды непредельные (14),

углеводороды ароматические (15),

кислородсодержащие органические соединения (16),

азотсодержащие органические соединения (17),

фенол (18),

смолистые вещества (19),

кислоты (20),

щелочи (21),

свинец и его соединения (в пересчете на Pb) (22),

сажа (23),

металлы и их соединения (24),

пыль (25),

прочее (26);

по размеру частиц:

- менее $0,5 \cdot 10^{-6}$ м (1),
- от $0,5 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-6}$ м включ. (2),
- от $3 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-6}$ м включ. (3),
- от $10 \cdot 10^{-6}$ до $50 \cdot 10^{-6}$ м включ. (4),
- от $50 \cdot 10^{-6}$ м (5);

по массе вещества:

- менее 1 кг/ч (1),
- от 1 до 10 кг/ч включ. (2),
- от 10 до 100 кг/ч включ. (3),
- от 100 до 1000 кг/ч включ. (4),
- от 1000 до 10 000 кг/ч включ. (5),
- от 10 000 кг/ч (6).

6. СОСЭТ — Система обязательной сертификации по экологическим требованиям — РОСС RU.0001.01ЭТОО. В рамках данной системы происходит обязательная и добровольная экологическая сертификация промышленных объектов, технологических процессов, продукции и систем управления окружающей средой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полиграфическую продукцию мы используем каждый день — читаем газеты, журналы и другие полиграфические издания. Книги, различная деловая продукция, рекламные буклеты — все эти изделия сопровождают нас в повседневной жизни. Отрадно, что в последние годы качество полиграфической продукции растет, она становится все более яркой, фактурной, приятной для глаза и рук. Но взяв в руки листовку или брошюру, мы часто не осознаем, насколько большой путь прошла информация, прежде чем попасть на наш журнальный столик, сколько людей работали над ее превращением из разрозненных текстов и картинок в готовую книгу или рекламный буклет.

На данном этапе развития полиграфии производство печатной продукции неразрывно связано с разработками в области химии и химической промышленности. Нанесение краски на бумагу или другой материал является не чем иным, как интегральным физико-химическим процессом. Расходные материалы в полиграфии, такие как бумага, краски, лаки, производятся различными отраслями химической промышленности. Для создания основных узлов печатающих машин применяются каучуки и резинотехнические изделия.

В полиграфии все процессы продолжают непрерывно совершенствоваться. Предприятиям предлагаются новые разработки. Информация поступает из разных стран мира, от различных фирм, и она касается всех сторон жизни и деятельности полиграфистов, включая разработку, поступление заказа в издательство и на печатное производство, а также доставку выполненной работы потребителям.

Качество полиграфического исполнения книг, газет, журналов и других изданий во многом зависит от свойств применяемых веществ и материалов: бумаги, картона, красок, металлов и сплавов, пластических масс, каучука и резины, переплетных тканей, клея и многих других материалов, а также от качества химических и физико-химических процессов.

Применяемые в полиграфии материалы очень многочисленны. Они различаются характерными признаками или свойствами: цветом, твердостью, вязкостью, скоростью испарения, температурой плавления и т. п. Совокупность свойств данного материала определяет его качество. Надо знать эти свойства, чтобы отличить доброкачественный материал от менее доброкачественного, чтобы вовремя отказаться от нецелесообразного материала и не допускать его в производство, а для этого необходимы базовые значения по химии и химическим процессам.

Продукция химии и химической промышленности используется в полиграфии в основном в качестве расходных материалов. К ним относятся краски, лаки, клеи, смывки и очистители. Печатные пластины для различных офсетных печатающих машин производятся на основе алюминиевых пластин, обработанных электрохимическими методами. Широко применяются в полиграфии каучуки и резинотехнические изделия в качестве печатающих пластин, *поддебельного** материала, валов для печатающих машин. Фотополимеры на основе *акрилатов*** используются в флексографской печати. Огромная отрасль химической промышленности — целлюлозно-бумажная — снабжает полиграфию бумагой.

Таким образом, весь процесс печатания неразрывно связан с химией.

*Поддебельный материал — материал, который подкладывается под офсетную пластину: при полужестком деке — однослойная резинотканевая пластина; при мягком деке — кирза; при жестком деке — прессшпан или лавсановая пленка.

**Акрилаты — эфиры акриловой кислоты или ее соли.

Известному российскому ученому В. Н. Кузнецову принадлежит высказывание: “Каждый специалист должен, как минимум, иметь достаточно четкие представления о тех химических компонентах своей деятельности..., которые несут возможности ее интенсификации или, по меньшей мере, рационализации”. Это в полной мере относится к специалистам полиграфических профилей и направлений.

В настоящем учебном пособии мы рассмотрели те материалы и химические процессы, которые играют наиболее значимую роль в полиграфии.

ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

Абразивность бумаги (картона)

Свойство поверхности бумаги (картона) нарушать при контакте гладкость поверхности другого тела, например печатной формы при печатании.

Абсорбционная способность

Способность бумаги или картона поглощать или удерживать жидкость, с которой они находятся в контакте. По стандартному методу испытания можно определить степень или скорость поглощения.

Автолитография

Литография, в которой печатную форму на литографическом камне, цинковой или алюминиевой пластине изготавливает сам художник, в отличие от репродукционной литографии, в которой печатную форму с оригинала художника изготавливают полиграфисты.

Адгезия (от лат. *adhaesio* — прилипание)

В физике — сцепление поверхностей разнородных твердых и/или жидких тел. Адгезия обусловлена межмолекулярным взаимодействием (вандерваальсовым, полярным, иногда — образованием химических связей или взаимной диффузией) в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей.

Адсорбция (от лат. *ad* — на, при и *sorbeo* — поглощаю)

Поглощение какого-либо вещества (адсорбата) из газообразной среды или раствора поверхностным слоем жидкости или твердого тела (адсорбентом).

Акватинта

Вид углубленной гравюры, полученной травлением кислотой металлической пластины. Рисунок, выполненный на кальке, переносят на пластину, как правило, накалыванием и слегка травят, затем припудривают

порошком смолы с канифолью и подогревают. При этом на пластине образуется мелкое, так называемое акватинтное зерно.

Акклиматизация бумаги

Приведение влагосодержания печатной бумаги в равновесное состояние с влажностью окружающего воздуха. Как правило, бумагу выдерживают не менее суток в печатном цехе в подвешенном состоянии или в небольших стопах. Рациональнее это выполнять в специальных помещениях.

Акрилаты

Эфиры акриловой кислоты или ее соли. Акрилаты (эфиры) — легко полимеризующиеся в полиакрилаты бесцветные жидкости. Промышленный синтез осуществляется в результате реакции акриловой кислоты и спирта. В промышленности наиболее активно используются бутилакрилат, этилакрилат, метилакрилат и 2-этилгексилакрилат. Большая часть эфиров экспортируется и используется в производстве основ для акриловых красок.

Актиничный свет

Излучение, обладающее способностью воздействовать на вещество.

Амбалаж

Материал (плотная бумага), в который упаковывают бумажные рулоны.

Аналоговая цветопроба

Цветопроба, изготовленная с цветоделенных растрованных фотоформ (как правило, для способа офсетной и высокой печати), предназначенных к печати. Цветопроба названа “аналоговой” в связи с непрерывным изменением площади растровых элементов при переходе, например, от цветов к полутонам.

Анизотропия бумаги

Различия в физических и технологических свойствах бумаги как по ширине и длине, так и по верхней и сеточной сторонам листа.

Анилиновые красители

Органические соединения, образующиеся при окислении анилина или его солей; широко используются в гистологической технике, обладают бактерицидным, а некоторые — канцерогенным действием.

Антиадгезионная бумага

Бумага, обработанная кремнийорганическими соединениями; предназначена для упаковывания и прокладок липких продуктов.

Антикоррозионная упаковочная бумага

Бумага с водостойким покрытием, иногда без него, содержащая ингибиторы коррозии; предназначена для защиты металлических изделий от атмосферной коррозии.

Антиоксиданты

См. *замедлители высыхания краски.*

Антисиккативы

См. *замедлители высыхания краски.*

Армированная бумага, армированный картон

Бумага, картон, упрочненные тканью или нитями в процессе отлива и прессования во влажном состоянии, а также путем склеивания.

Астролон

Полиэфирная пленка с двусторонней антистатичной обработкой. Обладает повышенной устойчивостью к высоким температурам. Хорошо очищается. При тиснении обеспечивает пропечатку тонких графических элементов, обеспечивает чистоту края оттисков и повышение глянца. За счет эластичности сглаживает неровности штампа, способствует выравниванию давления.

Ацетилированная бумага

Бумага, подвергшаяся частичному ацетилированию с целью придания ей повышенной гидрофобности и термостойкости.

Баланс “вода–краска”

Равновесное соотношение между количествами печатной краски и увлажняющего раствора (см. *Способ плоской печати*), которое обеспечивает оптимальное качество оттиска. Баланс зависит от скорости работы машины, ее конструкции, влажности и температуры воздуха в цехе, структуры и свойств печатной краски, характеристики печатной формы, состава и способа нанесения увлажняющего раствора и краски, от свойств запечатываемого материала.

Белизна бумаги

Оптическое свойство бумаги, зависящее от состава бумажной массы (содержание беленой целлюлозы, древесной массы, красителей, наполнителей и других компонентов).

Бензин

Смесь легких углеводородов с температурой кипения от 30 до 200 °С. Плотность ~0,7 г/см³. Теплотворная способность примерно 10500 ккал/кг.

Горючая жидкость. Получается путем перегонки нефти, гидрокрекингом и при необходимости дальнейшей ароматизации — каталитическим крекингом и риформингом. Для специальных бензинов характерны дополнительная очистка от нежелательных компонентов и смешение с полезными добавками. Бензин применяется как топливо для карбюраторных и инжекторных двигателей, как высокоимпульсное ракетное топливо, при производстве парафина, как растворитель, как горючий материал.

Бронзирование

Нанесение на свежотпечатанный оттиск тонкого слоя бронзовой или алюминиевой пудры для придания изображению вида золотого или серебряного покрытия.

Бумага

Многокомпонентный материал в виде тонкого листа (толщина 4–400 мкм), состоящий в основном из предварительно размолотых растительных волокон, беспорядочно переплетенных и связанных между собой. В зависимости от способа изготовления и последующей отделки выделяют различные сорта бумаги.

Бумага самоклеящаяся

Бумага, имеющая на оборотной стороне клей, который до момента приклеивания закрыт специальной бумагой, достаточно легко отделяющейся от основы. Бумага пригодна для печати офсетным, трафаретным и другими способами. Бывает разных цветов, а также матовая и глянцевая. Различают несколько видов (в зависимости от области применения) — матовая, полуглянцевая, глянцевая (предназначены для печати изображений с множеством деталей), флюоресцентная (имеет флюоресцирующее покрытие) и др. Выделяется разновидность самоклеящейся бумаги — дайкаты. Это уже вырезанные наклейки различных размеров и форм, наклеенные на единую основу, закрывающую клеевой слой.

Бумага самокопирующая

Особый сорт бумаги, который позволяет копировать оригинал без помощи копировальной бумаги. Копия создается под давлением письма, вследствие чего вскрываются микрокапсулы на обратной стороне листа. Освободившаяся жидкость вызывает реакцию окрашивания на последующем листе с каолиновой прослойкой, в результате чего получается копия. Комплект бумаги состоит из трех частей: первый лист (на оборотной стороне имеет слой с красящими микрокапсулами), последний лист (на лицевой стороне имеет пласт с каолином для фиксации красителя) и средние листы (их количество в одном экземпляре может быть до 10).

Предназначена для печатания счетов, накладных и других бланков. Пригодна для печати офсетным способом, но полноцветная печать используется редко.

Бумага с тиснением

Бумага (или картон), на которой машинным способом вытеснен рельефный рисунок по всей поверхности листа. Бывает несколько видов тиснения (в зависимости от рисунка) — ”лен”, ”облако”, ”холст”, ”молоток”, ”мороз”, ”яичная скорлупа” и др.

Бумага этикеточная

Клееная бумага, иногда мелованная, с ограниченной деформацией после намокания; предназначена для печатания этикеток.

Бутилацетат

Бутилацетат — бутиловый эфир уксусной кислоты.

Известны три структурных изомера, из которых распространены нормальный бутилацетат $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OCOCH}_3$ и изобутилацетат $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCOCH}_3$;

бесцветные жидкости с *характерным эфирным запахом*, $t_{\text{кип}}$ 126,1 и 118,0 °C, соответственно.

Бутилацетаты *мало растворимы в воде*; смешиваются с органическими растворителями и растительными маслами; *обладают всеми свойствами сложных эфиров*.

Получение. Получают *этерификацией уксусной кислоты бутиловым спиртом* при нагревании в присутствии катализаторов.

Применение. Растворяет *сложные эфиры целлюлозы, хлоркаучук, виниловые полимеры, фенолформальдегидные и другие смолы, масла, жиры*.

Входит в состав смесевых растворителей Р-4, Р-5, Р-5А, 646, 647, 648, Р-6, Р-12 и др.

Добавка бутилацетата вместе с небольшим количеством бутилового спирта предотвращает *побеление лаковых пленок*.

Гарантийный срок хранения — **6 месяцев** со дня изготовления.

Быстрозакрепляющиеся печатные краски

Краски, образующие на оттиске сухую прочную красочную пленку за очень короткий промежуток времени. Для ускорения высыхания быстрозакрепляющиеся краски имеют повышенное содержание сиккативов.

Влагопрочная бумага, влагопрочный картон

Бумага, картон, подвергнутые специальной поверхностной обработке или полученные с введением в массу некоторых синтетических смол для повышения прочности во влажном состоянии.

Влагопрочность

Отношение показателя заданной прочностной характеристики бумаги или картона во влажном состоянии к показателю той же характеристики в сухом состоянии, определенное в соответствии со стандартными методами испытания (ИСО).

Водный лак

Водный раствор смол, например, на основе поливинилового спирта, применяемый для нанесения на оттиск непосредственно в печатной машине при печатании. Для этого используют последнюю печатную секцию листовой офсетной машины или специальную секцию для лакирования с дополнительным сушильным устройством.

Водонепроницаемая бумага

Бумага с повышенным сопротивлением проникновению воды. Водонепроницаемость достигается путем нанесения покровного слоя, пропиткой бумаги или обработкой бумажной массы.

Водонепроницаемый картон

Уплотненный эластичный картон с низкими показателями водопоглощаемости, линейной деформации при увлажнении и высыхании, предназначенный для изготовления водостойких деталей.

Водопрочность печатной краски

Способность печатной краски не растворяться в увлажняющем растворе.

Водородный показатель (pH)

Параметр, характеризующий концентрацию водородных ионов в растворе, т. е. степень его щелочности или кислотности. Показатель pH может изменяться от 0 до 14. Раствор, в котором $pH = 7$, является нейтральным, ниже 7 — кислым, выше — щелочным.

Воздухопроницаемость бумаги (картона)

Свойство бумаги (картона) пропускать воздух. Характеризуется объемом воздуха, проходящего через определенную площадь бумаги (картона) в единицу времени в стандартных условиях.

Волнистость бумаги

Дефект, заключающийся в неровной поверхности бумаги, в виде возвышений и впадин неправильной формы, как правило — в поперечном направлении по краям полотна или листа.

Впитывающая способность бумаги

Свойство бумаги впитывать печатную краску. Зависит от количества и размеров пор на ее поверхности. Большое влияние на впитывающую

способность оказывают размеры бумажных волокон, количество, размер частиц и природа наполнителя, степень каландрирования бумаги. Впитывающая способность во многом определяет выбор печатных красок, скорость и прочность их закрепления на оттиске.

Выборочное лакирование

Лакирование оттиска не по всей поверхности, а только на отдельных его участках. Для выборочного лакирования используют печатные формы трафаретной, высокой или офсетной печати.

Вымывание

Удаление отдельных участков светочувствительного материала или слоя водными растворами солей и щелочей, другими растворителями после экспонирования формных материалов, при изготовлении фотополимерных печатных форм.

Высокопрочная упаковочная бумага

Очень прочная клееная бумага из сульфатной целлюлозы для упаковки товаров и почтовой корреспонденции.

Вязкость краски

Свойство краски оказывать сопротивление действию внешних сил, вызывающих ее течение; во многом определяет печатно-технические свойства краски. Зависит от качественного и количественного состава основных компонентов печатной краски.

Гетинакс

Электроизоляционный слоистый материал, имеющий бумажную основу, пропитанную фенольной или эпоксидной смолой.

Гидрофильность (иначе — олеофобность).

Способность поверхности материала воспринимать воду или увлажняющий раствор и отталкивать жирную печатную краску. Ею обладают пробельные участки печатной формы способа плоской печати.

Гидрофобность (иначе — олеофильность).

Способность поверхности материала воспринимать жирную печатную краску и отталкивать воду или увлажняющий раствор.

Гладкость бумаги

Свойство, характеризующее отделку поверхности печатной бумаги (наличие макро- и микронеровностей). От нее в значительной степени зависит блеск красочного слоя на оттиске: чем выше гладкость бумаги, тем сильнее блеск красочной пленки. Гладкость бумаги определяют на

специальном приборе и характеризуют временем истечения установленного объема воздуха между образцом бумаги и плотно прижатой к нему гладкой пластиной; измеряют в секундах.

Гликоли

Двухатомные спирты, в их молекуле имеются две гидроксильные группы (например, этиленгликоль $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$). Гликоли обладают всеми свойствами спиртов.

Грунтование бумаги (картона)

Нанесение на бумагу (картон) слоя красильной массы, на который затем будут нанесены печать или покровный слой.

Грунтовка

Нанесение на запечатываемый материал грунтового слоя, по которому затем осуществляют печатание. В качестве грунтового слоя при печатании, например, на переплетных крышках, применяют клеящие вещества или лаки. Основное назначение грунтовки — создание надежного сцепления с запечатываемой поверхностью.

Гуммирование

1. Обработка раствором коллоида поверхности печатной формы способ офсетной печати для защиты от внешних воздействий; 2. Нанесение слоя клея на одну сторону бумаги или картона с последующей сушкой, например при изготовлении почтовых марок, конвертов и т.п.

Добавки в краски

Вещества, вводимые в печатные краски при их изготовлении и предназначенные для придания им специальных свойств. Например, добавку люминофоров в печатную краску используют как средство защиты ценных бумаг от подделки.

Деколь

Технология нанесения изображения на поверхность керамических или стеклянных изделий путем переноса краски со специальной бумажной основы и последующей фиксации обжигом. На бумажную основу изображение наносится способами шелкографии или офсетной печати.

Декоративная бумага

Бумага, имеющая окрашенную гладкую крепированную поверхность или поверхность, имитирующую бархат, мрамор, кожу, полотно.

Декстрин

Углевод ($\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$), получаемый из крахмала путем нагревания до 210°C , действием слабых кислот, действием фермента диастаза,

находящегося в проросших семенах. Декстрин — стекловидное бесцветное вещество, не кристаллизующееся, при растирании дает белый порошок, не имеет ни вкуса, ни запаха, легко растворим в воде, растворы нейтральны. В спирте не растворим, йодом не окрашивается. Главное применение — в красильном производстве для сгущения красок и протрав.

Допечатные процессы, допечатная обработка, pre-press

Все стадии полиграфической технологии, связанные с подготовкой издания к печатанию (набор, цветоделение, обработка текста и изображения, верстка полос издания, монтаж и раскладка полос на печатном листе) до изготовления печатной формы включительно.

Европейская шкала печатных красок

Международный стандарт на триады печатных красок для четырехкрасочной печати. Цветные краски, входящие в эти триады (желтая, пурпурная и голубая), имеют стандартные спектральные характеристики для заданных по толщине красочных слоев, при которых достигается соответствие колориметрическим показателям. В печатном процессе при наложении этих красок образуется нейтральный серый цвет. Наряду с красками европейской триады иногда применяют краски более холодной триады, соответствующей стандарту DIN (Германия). Желтые краски в этих триадах почти не различаются, пурпурная по стандарту DIN имеет меньше желтизны, а голубая — “холоднее”.

Закрепление печатных красок

Процесс образования на пористой поверхности запечатываемого материала (бумаги, картона и др.) достаточно твердой красочной пленки, позволяющей выполнять дальнейшие операции по обработке печатной продукции. Образование красочной пленки на поверхности бумажного листа происходит в результате сложного химико-физического процесса, в начале которого краска, нанесенная на бумагу, прилипает к ней и связующее вещество частично впитывается в ее поры. Входящие в состав связующего вещества смолы быстро загустевают. Для ускорения закрепления краски при печатании на высокоскоростных рулонных машинах в ее состав вводят специальные добавки (сиккативы), ускоряющие этот процесс.

Замедлители высыхания красок

Вспомогательные вещества, замедляющие процесс высыхания краски. Применяются для снижения скорости высыхания печатной краски в красочной системе печатной машины при остановках процесса печатания. Замедлители высыхания (в упаковке для аэрозолей) наносят на поверхность раскатных цилиндров и красочных валиков пульверизацией. Для

удаления замедлителей высыхания достаточно перед началом работы прогнать через машину небольшое количество макулатурных листов бумаги. В процессе печатания быстро закрепляющимися печатными красками при остановке машины на передаточный красочный валик рекомендуется наносить небольшое количество антиоксиданта. Эта операция необходима для устранения выщипывания волокон бумаги при пуске машины.

Зерзинивание краски

Дефект, состоящий в загустевании и уменьшении текучести печатной краски при длительном хранении.

Зернистость

1) в формных процессах — фактура печатной формы в виде зернистой, шероховатой поверхности. В офсетной печати поверхностная зернистость подложки формной пластины способствует повышению тиражестойкости печатной формы в результате увеличения поверхности сцепления светочувствительного слоя с подложкой;

2) в фотопроцессах — структура светочувствительного слоя, проявляющаяся после экспонирования и химической обработки. Она определяется величиной, формой и расположением кристаллов светочувствительного вещества. Зернистость снижает разрешающую способность фотоматериалов и определяет их светочувствительность (чем больше зерно, тем выше светочувствительность).

Зольность бумаги

Доля массы минеральных веществ в виде зольного остатка в бумаге, выраженная в процентах. Зольность косвенно характеризует количество наполнителя в бумаге (картоне).

Зрительный центр страницы, или оптический центр страницы

Точка на странице, которая находится выше ее геометрического центра, но создает у зрителя впечатление, что поставленное на ее место изображение делит страницу пополам.

Интенсивность цвета печатной краски

Свойство краски передавать свою окраску (окрашивать) и другие оптические характеристики запечатываемой поверхности (бумаге, картону или другим материалам), связанное прежде всего с природой и количеством пигмента в краске, а также с толщиной красочного слоя на оттиске. Чем больше толщина красочного слоя, необходимая для получения заданного цвета, тем меньше интенсивность печатной краски, чем меньше количество одного и того же пигмента при одинаковых по толщине слоях

печатной краски, тем меньше ее интенсивность. При смешении с другими красками интенсивность — это свойство влиять на цвет получаемых смесей. Интенсивность тесно связана с белизной и гладкостью поверхности печатной бумаги: одна и та же краска малой интенсивности, используемая для печатания на бумагах с различными свойствами, имеет разный оттенок.

Ирисовая печать

Цветная печать несколькими красками одновременно из одного красочного ящика (разделенного перегородками) с одной печатной формы при использовании раскатных валиков с фиксированным осевым перемещением. Позволяет получить на оттиске плавный переход цветов от одного к другому. Используется в качестве средств защиты банкнот и ценных бумаг.

Каландр

Звено бумагоделательной машины, состоящее из нескольких полированных валов, расположенных один под другим. Своей тяжестью валы уплотняют бумагу и придают ей некоторую гладкость, называемую машинной. Этот процесс называют каландрированием.

Каландрирование

Процесс обработки материалов (ткань, бумага, резина) на каландре, в бумажном производстве осуществляется на машинных каландрах, устанавливаемых в конце сушильной части бумагоделательной машины, или на отдельно стоящих суперкаландрах. Бумага, обработанная на суперкаландре, называется каландрированной, или лощеной; бумага, пропущенная через машинный каландр и имеющая меньший глянец, — бумагой “машинной гладкости”. Гладкость бумаги, получаемая при каландрировании, зависит от рода валов (она более высока при сочетании чугунных и бумажных валов), их температуры (при нагревании гладкость повышается), состава и влажности бумаги (бумага, содержащая больше каолина, лучше каландрируется), а также от давления между валами каландра. Каландрирование в резиновом производстве применяется для изготовления резиновых листов и пластин различной толщины, для пластификации и нагревания резиновой смеси, для промазки ткани резиновой смесью и др. В текстильном производстве путем каландрирования уплотняют хлопчатобумажные, льняные, джутовые и другие ткани, придают им блеск, наносят тисненый рисунок.

Каландрированная бумага

Бумага, пропущенная через каландр после ее изготовления в бумагоделательной машине для придания ее поверхности повышенной гладкости и лоска. Для тех же целей каландрированию подвергают картон.

Капиллярная впитываемость бумаги (картона)

Характеристика бумаги (картона) по способности жидкости подниматься по капиллярам материала; высота, на которую поднимается жидкость по вертикально закрепленной полоске в течение определенного времени.

Каппа-картон

Переплетный картон производства Голландии.

Картон

Материал толщиной от 0,3 до 5 мм (и плотностью более 250 г/м²), изготавливаемый подобно бумаге из волокнистой массы. Сырьем для выработки картона служат в основном древесная масса, полуцеллюлоза, небеленая целлюлоза, макулатура, применяются также синтетические и минеральные волокна.

Квасцы

Кристаллогидраты двойных солей формулы $M^I M^{III} (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (M^I и M^{III} — соответственно одновалентный (напр., K^+) и трехвалентный (Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} и др.) катионы). Хорошо растворимы в воде. Применяют для протравливания тканей (например, ализарин окрашивает ткань, обработанную железными квасцами, в фиолетовый цвет), для выделки кожи, в фотографии, в медицине.

Классификация печатных бумаг

Группирование разных видов бумаг по следующим признакам:

- 1) по способу печати (типографская, офсетная, для глубокой печати и др.);
- 2) по виду печатной продукции (газетная, книжно-журнальная, иллюстрационная, картографическая и др.);
- 3) по товарному виду (листовая или рулонная);
- 4) по способу изготовления (мелованная, немелованная, с водяными знаками и др.);
- 5) по способу отделки (машинной гладкости, глазированной, тисненая и др.).

В каждой классификационной группе может быть несколько сортов бумаг, которые различаются отдельными показателями и маркируются дополнительно буквами и цифрами.

Классификация печатных красок

Группирование разных видов печатных красок по следующим признакам:

1) по способу печати (для высокой печати, для офсетной печати, для фототипии, для флексографии и др.);

2) по конструктивным и технологическим особенностям печатного оборудования (для рулонных и листовых печатных машин, для машин с сушильными устройствами или без них);

3) по назначению печатных красок (для триадной печати, для бронзирования, для печатания ценных бумаг и др.);

4) по типу запечатываемого материала (бумага, картон, жесть и др.).

Коленкор

Покровный переплетный материал из хлопчатобумажной ткани с крахмально-каолиновым покрытием. Используется в книжных изданиях для изготовления переплетных крышек.

Конгрев

Получение многоуровневого рельефного (выпукло-вогнутого) изображения без краски и фольги на толстой бумаге и картоне при сжатии участка переплетной крышки, открытки между нагретыми штампом и контрштампом (соответственно, пуансоном и матрицей). Выполняется в специальных прессах для тиснения или в тигельных печатных машинах. Является эффективным приемом оформления печатных изданий, например, переплетной крышки, упаковки, этикетки, кольеретки, открытки.

Контактное копирование

Процесс получения в масштабе 1:1 копии изображения (позитивного или негативного), изготовленного, как правило, на прозрачной основе. Например, в контактно-копировальном устройстве с позитива в зависимости от используемого светочувствительного материала можно получить негатив или такой же позитив. Контактное-копировальное устройство — механическое приспособление, в котором проводят контактное копирование. Устройство обеспечивает контакт оригинала со светочувствительным материалом посредством вакуума и имеет систему экспонирования. В зависимости от расположения источника света различают контактно-копировальные станки и контактно-копировальные рамы. В станках источник света расположен в самом устройстве, а в рамах он вынесен вне копировальной рамы.

Контрольная шкала

Изображение из нормированных тестовых элементов, предназначенное для контроля и оценки качества выполнения операций полиграфического процесса и выявления возможных отклонений по количественным и качественным характеристикам. Так, в фотопроцессах могут быть

оценены: градационная точность воспроизведения изображений, качество растривания, интервал воспроизводимых оптических плотностей; в формных процессах — выбор оптимальной экспозиции; в печатных процессах — искажение растровых элементов, нарушение баланса “по серому”, степень совмещения красок и др. Контрольные шкалы могут быть изготовлены на бумаге, пленке и других носителях.

Копировальный процесс

Технологический процесс получения копий монтажа фотоформ на формную пластину при помощи копировального оборудования.

Копировальный слой

Чувствительный к действию света слой, содержащий светочувствительные вещества (диазосоединения, желатин с бихроматом щелочных металлов и др.). Применяется при изготовлении печатных форм. В качестве копировального слоя могут служить фотополимеры или термовещества.

Коробление

Дефект бумаги или картона в виде искривления плоскости их листов с образованием вогнутых и выпуклых участков. Коробление является следствием резкого изменения влажности бумаги или картона.

Краска печатная — один из основных *расходных материалов* полиграфического репродуцирования, применяемых при печати. Изображение, полученное на какой-либо основе, является результатом переноса одной или последовательного наложения нескольких красок (за исключением специальных видов печати, используемых при изготовлении ценных бумаг и денежных знаков) с печатных форм.

Красковосприятие бумаги

Свойство бумаги воспринимать определенное количество печатной краски в процессе печатания и сохранять ее в дальнейшем на оттиске.

Красочные лаки

Цветные продукты, нерастворимые в воде; образуются при взаимодействии водорастворимых красителей с некоторыми солями металлов или гетерополикислотами. Из красочных лаков для изготовления полиграфических красок наиболее широко применяются азолаки и лаки из трифенилметановых красителей.

Крахмал

Полисахарид, мономером является альфа-глюкоза. Это белый, под микроскопом зернистый порошок, обладающий свойством хруста, в горячей

воде набухает, в воде и при добавлении кислоты (H_2SO_4 , разбавленная) как катализатора распадается до глюкозы. Образует коллоидный раствор (крахмальный клейстер); с раствором йода дает синюю окраску.

Крепированная бумага

Бумага, обладающая мелкоскладчатой поверхностью с повышенным удлинением до разрыва. Предназначена для изготовления декоративного материала, санитарно-гигиенических изделий, изоляционных прокладок.

Крепированная упаковочная бумага

Тонкая крепированная бумага, изготовленная из беленой целлюлозы; предназначена для прокладки и упаковывания различных изделий.

Кроющая способность

Способность краски покрывать запечатываемый материал так, чтобы его поверхность не просвечивала сквозь нанесенный слой.

Кроющие краски

Краски, которые при нанесении на поверхность другого цвета сохраняют свой цветовой тон.

Ксерография

Частный случай электрофотографии, реализованный фирмой Xerox. В ксерографии порошковое изображение, полученное на светочувствительном материале, переносится на бумагу и закрепляется на ней при нагревании, под давлением и пр.

Лак

Раствор в органических растворителях или в воде пленкообразующих веществ, создающих после отверждения прозрачную однородную пленку. Предназначен для отделки печатной продукции. Лак наносят на оттиски в специальных лакировальных машинах, а также в лакировальных секциях печатных машин. Водорастворимые лаки наносят на оттиски, используя увлажняющий аппарат офсетной печатной машины.

Лакирование

Процесс облагораживания листовой печатной продукции (бумаги, картона) нанесением на нее (или на ее части — выборочное, формное лакирование) полиграфического лака для придания блеска, жесткости, для создания более надежной защиты от внешних воздействий, для более яркого выделения отдельных деталей изображения.

Ламинирование

Процесс облагораживания листовой печатной продукции (бумаги, картона) путем припрессовки специальной пленки (матовой, глянцевой; различается по толщине) на печатный лист для придания ему блеска, жесткости, для создания более надежной защиты от внешних воздействий. Различают несколько видов ламинирования — горячее, холодное и др. Производится на специальных устройствах — ламинаторах.

Латексы

Водные дисперсии полимеров, главным образом синтетических каучуков. В полиграфии используются при изготовлении клеев.

Ледерин

Покровный переплетный материал, представляющий собой хлопчатобумажную ткань, на лицевую сторону которой нанесена эластичная пленка из нитроцеллюлозы, пластификаторов, пигментов, наполнителей, а на изнаночную — слой крахмального грунта.

Линейная деформация бумаги

Изменение линейных размеров листа бумаги (как по ширине, так и по длине) при изменении условий окружающей среды.

Липкость печатных красок

Свойство печатных красок покрывать поверхность запечатываемого материала (бумаги, жести, пластических масс) в результате действия сил адгезии с последующим разрывом по красочному слою. Совокупность адгезионно-когезионных свойств краски определяет ее липкость. Повышенная липкость приводит к выщипыванию волокон печатной бумаги, пониженная — к пылению краски в процессе печатания. Для регулирования липкости печатных красок используют специальные добавки в них.

Листовая бумага

Бумага, выпускаемая в листах определенного формата.

Макулатура

1) в полиграфии — технические отходы бумаги, образующиеся при ее подготовке к печати, при печатании тиража на рулонных печатных машинах (срыв амбалажа и верхнего слоя бумаги на рулоне, остатки бумаги на втулке, склейки и другие отходы), при проведении брошюровочно-переплетных и отделочных процессов;

2) в целлюлозно-бумажном производстве — негодная бумага, книги и другое, идущее на переработку.

Масса бумаги

Масса единицы площади бумаги, определенная по стандартному методу и выраженная в граммах на 1 м². Правильнее использовать термин “масса 1 кв. м. бумаги 100 г”, хотя в литературе часто встречается другой — “масса бумаги 100 г/кв. м”.

Медная рубашка

Тонкий слой меди, который электролитическим путем наращивается на основной медный слой формных цилиндров и используется для создания печатной формы для глубокой печати. Нарращивание медной рубашки проводят после нанесения разделительного серебряного слоя между рубашкой и цилиндром и снимают рубашку после окончания печатания тиража.

Меламиноформальдегидные смолы (МФС)

Один из известных синтетических продуктов, который находит широкое применение в качестве основы для производства клеев, связующих, ламинатов, лаков и эмалей.

Меление

Дефект, выражающийся в отделении под действием легкого трения слоя печатной краски после высыхания оттиска вследствие ряда причин: высокая впитывающая способность бумаги, излишне жидкая и быстро впитывающая краска, повышенная кислотность увлажняющего раствора, его чрезмерная подача (при офсетной печати).

Мелование бумаги

Нанесение на бумагу покрытия, состоящего в основном из пигмента и клеящего вещества, для облагораживания или придания специальных свойств поверхности листа.

Металлизирующая бумага

Бумага с покровным слоем из тонкой металлической фольги или из напыленного в вакууме металла.

Металлография

Способ глубокой печати, при котором печатная форма награвировывается, травится или выжигается лазерным лучом на плоской металлической пластине (плите). Печать производится красками повышенной вязкости.

Механическая прочность бумаги

Свойство бумаги сопротивляться разрушению под воздействием механической нагрузки.

Мешочная бумага

Прочная высококлеенная бумага из небеленой сульфатной целлюлозы для изготовления мешков, в том числе влагопрочных, битумированных и с покровным слоем.

Монометаллическая офсетная формная пластина

Пластина, состоящая из светочувствительного слоя и металлической подложки, как правило, из алюминия. Применяется для изготовления монометаллических печатных офсетных форм.

Монометаллическая форма

Печатная форма, изготовленная на монометаллической офсетной формной пластине, у которой печатающие элементы расположены на светочувствительном слое, а пробельные — на подложке.

Морщение бумаги

Возникновение в процессе печатания складок на поверхности бумажного полотна или листа, также может возникнуть из-за неисправностей в работе бумагопроводящих механизмов печатной машины или неправильной наладки печатного аппарата. Морщение можно устранить акклиматизацией бумаги до печатания.

Оберточная бумага

Бумага, изготовленная из различных волокнистых полуфабрикатов для упаковывания пищевых продуктов и готовых изделий.

Обжиг печатных форм

Термическая обработка готовых печатных форм для увеличения их тиражестойкости. Обычно проводится в специальных термоустановках. В результате обжига на участках печатной формы, соответствующих печатающим элементам, образуется прочный слой (пленка), что способствует увеличению тиражестойкости формы. Вместе с тем термическая обработка может привести к снижению прочности металлической основы (клише, алюминиевой офсетной формы), вызывать деформацию, что особенно нежелательно при изготовлении печатных форм для многокрасочной печати, поскольку ведет к несовмещению красок на оттиске.

Озон (от греч. *οζον* — пахнущий)

Состоящая из трехатомных молекул O_3 аллотропная модификация кислорода. При нормальных условиях — бесцветный газ, имеющий голубой оттенок из-за рассеяния света. Высокая окисляющая способность озона и образование во многих реакциях с его участием свободных радикалов кислорода определяют его высокую токсичность. Наиболее опасное воздействие:

на органы дыхания прямым раздражением и повреждением тканей;
на холестерин в крови человека с образованием нерастворимых форм,
приводящим к атеросклерозу.

Применение озона обусловлено его свойствами:

сильного окисляющего агента:

для стерилизации изделий медицинского назначения,
при получении многих веществ в лабораторной и промышленной практике,
для отбеливания бумаги,
для очистки масел;

сильного дезинфицирующего средства:

для очистки воды и воздуха от микроорганизмов,
(озонирование),
для дезинфекции помещений.

Окантовочный материал

Материал, используемый для окантовки книжного блока или тетрадей (обычно бумага, коленкор, нетканый материал).

Оклад

Декоративное покрытие книжного переплета, выполненное из жестких материалов (дерево) или металлов (серебро, бронза, медь). Применялся при изготовлении церковных книг.

Олеография

Полиграфическое воспроизведение картин, исполненных масляными красками, с имитацией рельефа холста и мазков краски, которая выполняется с помощью тиснения.

Олеофильность (гидрофобность)

Физико-химическое свойство печатающих элементов формы, характеризующее способность смачиваться краской в процессе печатания.

Оптическая плотность

Мера пропускания света для прозрачных объектов и отражения — для непрозрачных объектов. Количественно определяется как десятичный логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания (отражения). В полиграфии используется для оценки издательских оригиналов, промежуточных изображений и оттисков.

Остаточная деформация бумаги

Уменьшение размеров листа бумаги по ширине и длине после намокания в воде и последующего высушивания. Выражают в процентах к

первоначальным размерам листа. Оказывает влияние на совмещение красок на оттиске при многокрасочной печати “по сухому” способу.

Отделочные процессы

Процессы дополнительной обработки печатной продукции, приводящие к улучшению ее вида, к повышению качества и прочности, например лакирование, биговка, тиснение фольгой, ламинирование, бронзирование, перфорирование, нумерация, высечка, тампопечать и др.

Отмарывание

Дефект, при котором печатная краска сразу после нанесения переходит с запечатанной стороны на обратную сторону последующего листа. Отмарывание можно уменьшить или полностью устранить применением противоотмарывающих средств.

Офсет без увлажнения

Способ офсетной печати с использованием специальных печатных форм (не требующих увлажнения), печатных красок и формных цилиндров печатной машины. Часто путают с типоофсетом.

Офсетная резинотканевая пластина

Многослойная ткань с односторонним резиновым покрытием, которой обтягивается офсетный цилиндр. Резинотканевая поверхность воспринимает печатную краску с печатающих элементов печатной формы и передает ее на бумагу.

Офсетный цилиндр

Составная часть печатного аппарата листовых и рулонных офсетных печатных машин, на которую устанавливается офсетная резинотканевая пластина; в рулонных печатных машинах для печатания способом “резина к резине” офсетный цилиндр одновременно выполняет функцию печатного цилиндра для печатного аппарата второй краски. Такую конструкцию печатной секции машины называют “четырёхцилиндровым построением”.

Печать

Получение изображения путем нанесения красочного слоя на запечатываемый материал (бумагу, картон, пленку, жёст, пластмассу и др.) при помощи печатных машин.

Печать высокая

Способ печати, при котором передача изображения на запечатываемый материал осуществляется с печатной формы, на которой печатающие элементы расположены выше пробельных.

Печать глубокая

Способ печати с использованием печатной формы, на которой печатающие элементы углублены по отношению к пробельным.

Печать офсетная

Способ печати, при котором красочное изображение с плоской печатной формы передается на промежуточную обрезиненную поверхность по принципу смачиваемости/несмачиваемости, а затем передается на бумагу. В зависимости от типа машин способ позволяет печатать от 1 до 8 (12) красок за один проход бумажного листа через машину.

Печать струйная

Бесконтактная с материалом печать, при которой изображение наносится на запечатываемый материал набрызгиванием специальных красок из сопел малого диаметра.

Печать трафаретная (то же, что шелкография)

Способ печати, при котором краска продавливается через отверстия в специальной (шелковой или иного материала) сетке при помощи движущегося ракеля, разгоняющего краску по поверхности. Позволяет наносить элементы с помощью устойчивых к внешним воздействиям нитроцеллюлозных, алкидных и иных синтетических красок.

Печать термографическая

В данном процессе для нанесения краски на бумагу используется принцип ксерографии (прилипания сухих частиц краски к электростатически заряженным участкам материала) с последующей термической обработкой для закрепления изображения. Изображение получается заметно выпуклым.

Печать флексографская (флексография, флексографическая печать)

Разновидность высокой печати с использованием гибких фотополимерных печатных форм. Позволяет делать полноцветную печать на полимерных пленках, толстом картоне, в том числе гофрокартоне.

Печать цифровая

Метод, позволяющий выводить информацию из компьютера непосредственно на формный материал или же прямо в печать. Сохраняет все сильные стороны традиционной офсетной печати — точная цветопередача, гибкость форматов и др.

Пигменты

Тонко измельченные материалы, которые придают цвет краскам. Природа пигмента и его количество в краске, наряду с типом связующего, определяют консистенцию и рабочие свойства краски.

Полиграфия

Отрасль техники, совокупность технических средств и технологических приемов, используемых для получения большого количества одинаковых копий (репродукций) оригинала, прошедшего редакционную подготовку и допечатную подготовку.

Полисахариды

Общее название класса сложных высокомолекулярных углеводов, молекулы которых состоят из десятков, сотен или тысяч мономеров — моносахаридов.

Радужная печать

См. Ирисовая печать.

Разрывная длина бумаги

Расчетная длина в метрах, при которой полоска бумаги, свободно подвешенная за один конец, разрывается под действием собственной массы. Косвенно характеризует сопротивление бумаги разрыву при растяжении.

Расслаивание бумаги

Дефект в виде деления многослойной бумаги на слои.

Растворители

Индивидуальные химические соединения или смеси, способные растворять различные вещества, т. е. образовывать с ними однородные системы переменного состава, состоящие из двух или большего числа компонентов. Для систем жидкость—газ и жидкость — твердое вещество растворителем принято считать жидкий компонент; для системы жидкость—жидкость — компонент, находящийся в избытке. В принципе любое вещество может быть растворителем для какого-либо другого вещества. Однако на практике к растворителям относят только такие вещества, которые отвечают определенным требованиям. Например, они должны обладать хорошей, так называемой активной растворяющей способностью, быть достаточно химически инертными по отношению к растворяемому веществу и аппаратуре. Применяемые в промышленности растворители должны быть доступными и дешевыми. В зависимости от отрасли промышленности к растворителем предъявляют различные требования, обусловленные особенностями производства. Так, для экстракции пригодны растворители, обладающие избирательной растворяющей способностью, для других процессов часто применяют так называемые сочетающиеся растворители, улучшающие взаимную растворимость, и т. д.

Растир красок

Равномерное распределение пигмента в печатной краске, при котором минимальные частички пигмента обволакиваются связующим веществом. См. *Степень перетира печатных красок*.

Растительный пергамент

Жиронепроницаемая прозрачная бумага с высокими показателями механической прочности и влагопрочности, получаемая путем обработки бумаги-основы серной кислотой с последующей промывкой и сушкой. Предназначена для упаковывания пищевых продуктов, готовых изделий, а также для технических целей.

Ролевая бумага

См. *Рулонная бумага*.

Рулонная бумага

Бумага, выпускаемая в рулонах, намотанных на втулку.

Светлота краски

Оптическая характеристика печатной краски, определяемая отношением количества отраженного от оттиска света к падающему. Чем большее количество падающего света отражается от слоя краски, тем оттиск светлее.

Светочувствительные материалы

Вещества, которые под действием определенного излучения, в том числе и видимого света, меняют свои структурные или физико-химические свойства и сохраняют наступившие изменения после прекращения облучения.

Светочувствительный слой

Специально созданный слой, который под воздействием определенных излучений изменяет свои структурные и физико-химические параметры. Светочувствительные слои используют для изготовления предварительно очувствленных формных пластин (копировальный слой), носителей данных для ЭВМ или фотоматериалов (эмульсионный слой).

Связующие вещества

Вязкие растворы твердых смол в минеральных и растительных маслах или растворителях, а также полимеризующиеся растительные масла. Придают краскам печатные свойства, т. е. способность раскатываться валиками в красочном аппарате, накатываться на печатную форму, переходить с нее на офсетный цилиндр или сразу на бумагу и закрепляться на ней.

Сенсибилизация

Процесс очувствления фотоэмульсии или копируемого слоя формной пластины к отдельным зонам спектра или к спектру в целом. Различают химическую и оптическую сенсибилизацию. При химической сенсибилизации увеличивается только естественная светочувствительность. При оптической сенсибилизации увеличивается светочувствительность к другим зонам спектра.

Сенситометрия

Методы определения фотографических свойств светочувствительных материалов. Раздел фотографической метрологии; изучает фотографическое действие излучения на светочувствительный материал. Методы сенситометрии позволяют количественно определить фотографические характеристики: минимальную и максимальную величины оптической плотности, контраст фотослоя, градационную характеристику, светочувствительность, интервал экспозиций.

Сиккативы

Вспомогательные вещества, которые вводятся в краску для ускорения процесса высыхания. В качестве сиккативов могут использоваться соли кобальта, марганца, циркония, бария, свинца, кальция и др. Их добавляют в те краски, которые закрепляют окислением.

Скручиваемость бумаги

Деформация поверхности листа бумаги, в результате которой он полностью или частично приобретает форму цилиндра. Происходит при изменении внешних условий либо при одностороннем смачивании листа.

Смывочные средства

Составы, применяемые для смывки офсетных цилиндров, красочных валиков и печатных форм.

Составные краски

Цветные печатные краски, смешанные вне машины и предназначенные для печатания. В основе смешения красок систем “Радуга”, “Пантон” лежат восемь цветных красок (включая триадные цветные), белая и черная.

Спиртоводный лак

Раствор синтетических смол в смеси этилового спирта и воды. Применяют при лакировании печатной продукции с использованием лакировальных

секций в печатных машинах. Быстро сохнет, имеет хороший глянец и не желтеет, но возможна деформация оттиска после лакирования при использовании тонких бумаг.

Способ офсетной печати

Технология плоской косвенной печати, при которой краска с печатной формы передается на запечатываемый материал посредством промежуточного офсетного цилиндра.

Способ плоской печати

Передача изображения на бумагу с печатной формы, на которой печатающие и пробельные элементы расположены практически в одной плоскости и обладают избирательным восприятием печатной краски. При прямом способе плоской печати изображение на печатной форме зеркальное. К этому способу относятся: фототипия, литография, ди-лито. При косвенном способе плоской печати (офсетная печать) изображение на печатной форме прямое.

Способ флексографской печати

Технология прямой высокой ротационной печати с фрагментарных эластичных печатных форм (арабесок) красками, закрепляющимися на невпитывающих материалах; особенность способа — возможность установки форм на формных цилиндрах различной длины окружности. Изображение на печатной форме зеркальное. Способ используется для печатания на упаковках, на пластиковых пакетах, при производстве газет и пр.

Стабильность размеров

Способность бумаги к сохранению своих размеров при изменении ее влажности, в результате перемены атмосферных условий или варьирования физических и химических воздействий в процессе печатания, переработки и эксплуатации.

Старение бумаги

Необратимое самопроизвольное изменение бумаги, особенно ее механической прочности, при длительном хранении.

Старение печатных красок

Необратимое самопроизвольное изменение основных свойств печатных красок (вязкости, липкости, тиксотропии) с течением времени. Чтобы предотвратить быстрое старение печатных красок, необходимо хранить их в герметичной упаковке.

Стекленение красок

Дефект, заключающийся в образовании прочной, ровной, блестящей пленки на поверхности высохшей печатной краски на оттиске. При многокрасочной печати стекленение красок является серьезной помехой, так как последующие краски не ложатся на предыдущие при печати “по сухому” способу. Можно избежать этого дефекта, если добавить в предыдущую краску небольшое количество воска (предварительно растворенного в скипидаре) или вазелина. Не рекомендуется в краски, которые наносятся первыми, вводить ускорители высыхания. Следует печатать красками с возможно минимальной толщиной, и интервалы между листопрогонами не должны превышать 24 часов, чтобы краска не успела высохнуть до образования твердой пленки.

Степень перетира печатных красок

Параметр, характеризующий размеры частиц пигмента в печатных красках. От него зависят их интенсивность и печатные свойства. Печатные краски с размерами частиц пигмента более 20 микрон имеют недостаточный глянец, низкую прозрачность и плохие печатные свойства. См. *Растир красок*.

Степень проклейки бумаги

Параметр, характеризующий влагопрочность бумаги. Влагопрочность повышают введением в бумажную массу или нанесением на поверхность бумаги клеящих веществ (канифоли, крахмала, карбамидной смолы и др.).

Структурно-механические свойства печатной краски

Совокупность свойств печатной краски, которые проявляются при деформации ее под действием механических сил и влияют на печатный процесс. К ним относятся: вязкость, липкость, тиксотропность, текучесть, эластичность, пластичность красок. Эти свойства зависят от композиции связующего вещества, количества и природы пигмента, различных добавок, степени перетира печатных красок, климатических условий, времени и правильности хранения красок. Структурно-механические свойства печатных красок должны учитываться при выборе способа печати, конструкции печатной машины, вида бумаги.

Суспензии (от позднелат. *suspensio* — подвешивание)

Дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой, частицы которой достаточно крупны, чтобы противостоять броуновскому движению. В отличие от высокодисперсных систем, в суспензии частицы сравнительно быстро выпадают в осадок или всплывают. Суспензии используют в строительной технологии, производстве лакокрасочных материалов, бумаги и пр.

Сушка

Процесс высушивания печатной краски или лака в процессе печати. Позволяет избежать перетискивания и печатать на плохо впитывающих материалах (мелованная глянцевая бумага, картон).

Сушка оттисков

Принудительное ускорение закрепления печатной краски на оттиске. Сушку проводят обдувом отпечатанных оттисков горячим воздухом, нагретым до 200–300 °С, в зависимости от вида применяемых красок, бумаги, скорости прохождения бумажного полотна. Для сушки применяют также ультрафиолетовое, инфракрасное и высокочастотное излучения, а также комбинацию нескольких источников. В рулонных печатных машинах иногда используют открытое пламя.

Тарный картон

Прочный картон, обладающий хорошей способностью к сгибанию и биговке, применяется для изготовления тары. Выпускается сплошным или гофрированным.

Текучесть печатной краски

Свойство краски растекаться под действием собственного веса; зависит от размеров частиц, количества и природы пигмента, соотношения его со связующим веществом и добавками, а также — от степени перетирания печатной краски.

Термография

1) в полиграфии — отделка специальными термopорошками отпечатанных изображений, изменяющая рельеф оттиска под воздействием теплового излучения;

2) в репрографии — способ копирования, использующий носители (термореактивную и термокопировальную бумагу), которые изменяют свои свойства под действием теплового излучения.

Термоклей

Обычный клей, но с повышенной теплопроводностью (порядка 1,4–1,6 Вт/м · К). Это синтетический материал, кристаллизирующийся в обычных температурных условиях и плавящийся при разогреве. В общих чертах принцип действия линии по нанесению термокля выглядит так: клей обретает рабочую температуру в станции разогрева, температурный режим плавления устанавливается прямо на агрегате и контролируется датчиком.

Термокраска

Печатная краска, приобретающая необходимые свойства в результате нагрева непосредственно перед процессом печатания. Будучи перенесена на бумагу, она немедленно застывает и закрепляется. Выпускаются термокраски для глубокой, высокой и офсетной печати.

Термопрочность печатной краски

Способность краски не изменять цвет на оттиске при высоких температурах. Эта характеристика оказывается существенной при сушке оттисков в печатной машине.

Термосвариваемая упаковочная бумага

Прочная бумага с ограниченной паропроницаемостью с поверхностным термосвариваемым слоем и нормируемой прочностью термосвариваемого шва для автоматического упаковывания различных товаров.

Технология “Компьютер — печатная машина”

Процесс одновременного печатания и изготовления печатных форм (на материале, установленном непосредственно на формном цилиндре в машине) путем прямого экспонирования, лазерного гравирования или другим способом создания печатающих и пробельных элементов, с управлением от ЭВМ издательской системы. Эта технология используется в машинах цифровой печати для изготовления красочных малотиражных изданий, в которые необходимо вносить изменения в отдельные полосы во время печатания тиража. На некоторых из этих машин возможно внесение изменений в каждый отдельный оттиск. Технология “компьютер — печатная форма” — процесс изготовления печатных форм путем экспонирования, лазерного гравирования или электроэрозии изображений непосредственно на формный материал, с управлением от компьютера издательской системы. Изготовление печатных форм проводят на формном материале на металлической, полиэфирной основах и на фотополимерах для флексографской печати. Для применения этой технологии необходим определенный уровень организации общего технологического процесса подготовки и печатания издания.

Тигель

1) в печатном производстве — массивная плита из металла — одно из основных звеньев тигельной печатной машины и ручных печатных станков;

2) в наборном производстве — часть котла с расплавленным металлом в наборных строкоотливных машинах — линотипах.

Толуол (метилбензол)

Химическое соединение, углеводород, член гомологического ряда ароматических углеводородов (аренов). Бесцветная подвижная летучая жидкость с резким запахом. Смешивается в неограниченных пределах с углеводородами, многими спиртами и эфирами. Горюч, сгорает коптящим пламенем. Пары могут проникать через неповрежденную кожу и органы дыхания, вызывать поражение нервной системы (заторможенность, нарушение вестибулярного аппарата), в том числе необратимое. Поэтому работать с толуолом и растворителями, в состав которых он входит, необходимо в резиновых перчатках и в хорошо проветриваемом помещении. Пожароопасная, легковоспламеняющаяся жидкость. Концентрационные пределы взрываемости паровоздушной смеси 1,3–6,7 %. Обладает слабым наркотическим действием. Согласно другим источникам, толуол (метилбензол) является сильно токсичным ядом, влияющим на функцию кроветворения организма.

Толщина красочного слоя

Толщина слоя печатной краски, нанесенной на поверхность запечатываемого материала в процессе печатания. Оказывает существенное влияние на качество оттиска офсетной и высокой печати (интенсивность цвета, градационная и графическая точность, а также частотные характеристики изображения). При способе глубокой печати толщина красочного слоя переменная — для создания полутонов на оттиске. При трафаретном способе печати толщина красочного слоя постоянная и максимальная в сравнении с другими способами печати.

Тонер

Красящее вещество, применяемое в репрографических копировально-множительных аппаратах и лазерных принтерах для создания видимого изображения.

Увлажняющий аппарат

Узел печатных машин, служащий для смачивания увлажняющим раствором печатной формы.

Увлажняющий раствор

Жидкость, применяемая в плоской офсетной печати, служащая для смачивания пробельных элементов печатной формы. От состава увлажняющего раствора во многом зависит устойчивость пробельных и печатающих элементов. Особое значение имеет pH увлажняющего раствора.

Ускорители высыхания красок

Вспомогательные вещества, которые вводятся в краску для ускорения процесса закрепления ее на оттиске. Они катализируют процесс окислительной полимеризации связующего вещества, тем самым способствуют ускоренному пленкообразованию. В составе содержат соединения марганца, кобальта, свинца или их смеси.

Фиксаж

Водный раствор, содержащий вещества, способные переводить галогениды серебра фотослоя, не восстановленные во время проявления, в растворимые комплексные соединения серебра. Применяется при химической обработке серебряносодержащих фотоматериалов.

Фиксирование

Закрепление на серебряносодержащих фотоматериалах изображения сфотографированного объекта, осуществляется посредством удаления галогенидов серебра в фиксаже.

Флатовая бумага

Печатная бумага, выпускаемая отдельными листами. См. *Листовая бумага*.

Фольга

1) в брошюровочно-переплетном производстве — тонкий красочный или металлический слой, расположенный на подложке и предназначенный для нанесения на переплетную крышку или другие части издания при оформлении;

2) в формном производстве — тонкий лист алюминия, используемый для изготовления печатных форм.

Формная пластина

Алюминиевая, полиэфирная или бумажная основа с нанесенной на нее композицией, состоящей из тонкого светочувствительного (копировального) слоя, используется для изготовления копий полос издания. На формных пластинах изготавливают печатные формы для высокой, офсетной, флексографской печати и фототипии. Формная пластина для высокой или флексографской печати состоит из толстого (до 7,0 мм для флексографской печати) слоя фотополимерной композиции, нанесенного на металлическую пластину. Фотополимерная композиция является базой для изготовления печатающих и пробельных элементов печатной формы, а для флексографских печатных форм — и несущей основой для печатающих элементов. Печатные формы флексографской печати, изготовленные на базе

фотополимерных пластин, имеют тиражестойкость при печатании на полимерных пленках до 2–3 млн. экземпляров.

Фотоматериалы

Светочувствительные материалы, отличающиеся микроэлектронным устройством произвольной сложности, изготовленным на фото-пленке или полупроводниковом кристалле, которые под действием электромагнитного излучения (в том числе — видимого света) меняют свои структурные или физико-химические свойства, сохраняя наступившие изменения после прекращения облучения.

Фунгицидная бумага

Биоцидная бумага, содержащая фунгицидные вещества, предотвращающие деятельность плесневых грибов.

Целлюлоза (от лат. *cellula* — клетка, то же, что клетчатка)

Полисахарид $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, главная составная часть клеточных оболочек растений.

Электризация бумаги

Слипание листов бумаги под действием статического электричества, образующегося на ее поверхности под влиянием трения.

Электрография

Совокупность электрических способов формирования красочного изображения в репрографии с использованием материалов, чувствительных к электрическому полю.

Электрофотография

Частный случай электрографии с использованием носителей, электрические свойства которых изменяются под действием излучения оптического диапазона. В качестве носителей применяют селеновые пластины, цилиндры, фотопроводящие бумаги и пленки, которые под воздействием света меняют свою электропроводимость.

Эмульгирование краски

Образование эмульсии печатной краски с водой вследствие попадания в краску увлажняющего раствора. Приводит к возникновению полос и разводов на оттиске, снижает его интенсивность и др.

Этикеточная бумага

Бумага, имеющая ограниченную деформацию при намокании, применяется для печатания этикеток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М. : Мир, 1979. – 360 с.

Беленький Е. Ф. Химия и технология пигментов / Е. Ф. Беленький, И. В. Рискин ; ГХИ. – Л., 1960. – 756 с.

Блинов Л. Н. Химия: опорный конспект лекций для студентов заочной и дистанционной форм обучения / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. – 160 с.

Блинов Л. Н. Химия: основные понятия, термины и законы : учеб. пособие / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова, А. В. Юмашева, Р. Г. Чувиляев. – М. : КНОРУС, 2010. – 160 с.

Блинов Л. Н. Основы экологической химии. Ч. 1 : учеб. пособие / Л. Н. Блинов, Т. Н. Оркина, Н. П. Танцура. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2007. – 78 с.

Блинов Л. Н. Химия. Основы экологической химии. Ч. 2 : учеб. пособие / Л. Н. Блинов, Т. Н. Оркина, Н. П. Танцура. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. — 183 с.

Виноградов Е. Л. Физика в полиграфии : учеб. пособие / Е. Л. Виноградов, В. В. Ваганов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 183 с.

Гельфман М. И. Коллоидная химия / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – СПб., 2003. – 332 с.

Ермилов П. И. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы / П. И. Ермилов, Е. А. Индейкин, И. А. Толмачев. – Л. : Химия, 1987. – 199 с.

Каган Б. В. Словарь полиграфических терминов / Б. В. Каган, С. И. Стефанов. – М. : Репроцентр, 2005. – 588 с.

Картужанский А. Л. Химия и физика фотографических процессов / А. Л. Картужанский, Л. В. Красный-Адмони. – Л., 1987.

Кукушкин Ю. Н. Химия вокруг нас / Ю. Н. Кукушкин. – М. : Высш. шк., 1992.

Лоуренс А. Что полиграфист должен знать о бумаге : [пер. с англ. Б.Д. Климова] / А. Лоуренс, Вилсон. – М. : Принт-медиа центр, 2005. – 376 с.

Макаров В. Ф. Краткий конспект лекций по курсу “Поверхностные явления и дисперсные системы” / В. Ф. Макаров. – Екатеринбург, 2006.

Наумов В. А. Начала полиграфического материаловедения: учеб. пособие для вузов / В. А. Наумов. – М. : Изд-во МГУП, 2002. – 121 с.

Нельсон Р. Э. Что полиграфист должен знать о красках: [пер. с англ.] / Р. Э. Нельсон. – М. : Принт-медиа центр, 2006. – 328 с.

Савицкая Т. А. Коллоидная химия : Опорный конспект лекций для студентов специальности “Химия” / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков. – Минск, 2006.

Стефанов С. И. Технологии цивилизации / С. И. Стефанов // Вестник технологий в области полиграфии и печатной рекламы. – 2006. – № 1. – С. 2.

Петрянов-Соколов И. В. Коллоидная химия и научно-технический прогресс / И. В. Петрянов-Соколов. – М., 1988.

Ребиндер П. А. Физико-химическая механика пористых и волокнистых дисперсных структур / П. А. Ребиндер, И. Н. Влодавец // Проблемы физико-химической механики волокнистых и пористых дисперсных структур и материалов. – Рига, 1967.

Романо Ф. Современные технологии издательско-полиграфической отрасли / Ф. Романо. – М. : Принт-медиа центр, 2006. – 454 с.

Фрейдин А. С. Полимерные водные клеи / А. С. Фрейдин. – М. : Химия, 1985. – 144 с.

Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 1989. – 462 с.

Химия синтетических красителей; под ред. К. Венкатарамана : [пер. с англ. под ред. Л.С. Эфроса]. – Л. : Химия, 1975. – Т. 4. – 874 с.

Чекалин М. А. Технология органических красителей и промежуточных продуктов / М. А. Чекалин. – М., 1980. – 471 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

периодическая система элементов А. И. Менделеева																		VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
I		II		III		IV		V		VI		VII		15 ¹		15 ²		15 ³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	(H)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	Li 6,941±2 ЛИТИЙ	3	Be 9,01218±1 БЕРИЛЛИЙ	4	B 10,811±5 БОР	5	C 12,011±1 УГЛЕРОД	6	N 14,0067±1 АЗОТ	7	O 15,9994±3 КИСЛОРОД	8	F 18,998403±1 ФТОР	9	Ne 20,179±1 НЕОН	10	Na 22,989767±1 НАТРИЙ	11	Mg 24,305±1 МАГНИЙ	12	Al 26,981538±1 АЛЮМИНИЙ	13	Si 28,08558±1 КРЕМНИЙ	14	P 30,973761±1 ФОСФОР	15	S 32,059±1 СЕРА	16	Cl 35,453±1 ХЛОРОД	17	Ar 39,948±1 АРГОН	18	K 39,0983±1 КАЛИЙ	19	Ca 40,078±4 КАЛЬЦИЙ	20	Sc 44,9559±1 СКАНДИЙ	21	Ti 47,88±3 ТИТАН	22	V 50,9415±1 ВАНАДИЙ	23	Cr 51,9961±1 ХРОМ	24	Mn 54,938±1 МАРГАНЕЦ	25	Fe 55,847±3 ЖЕЛЕЗО	26	Co 58,9332±1 КОБАЛЬТ	27	Ni 58,6934±1 НИКЕЛЬ	28	Cu 63,546±3 МЕДЬ	29	Zn 65,39±2 ЦИНК	30	Ga 69,723±4 ГАЛЛИЙ	31	Ge 72,59±3 ГЕРМАНИЙ	32	As 74,921±1 АРСЕН	33	Se 78,96±3 СЕЛЕН	34	Br 79,904±1 БРОМ	35	Kr 83,80±1 КРИПТОГЕН	36	Rb 85,4678±1 РУБИДИЙ	37	Sr 87,62±1 СТРОНЦИЙ	38	Y 88,9059±1 ИТРИЙ	39	Zr 91,224±2 ЦИРКОНИЙ	40	Nb 92,9064±1 НИОБИЙ	41	Mo 95,94±1 МОЛИБДЕН	42	Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	43	Ru 101,07±2 РУДИЙ	44	Rh 102,9055±1 РОДИЙ	45	Pd 106,42±1 ПАЛЛАДИЙ	46	Ag 107,868±2 СЕРЕБРО	47	Cd 112,41±1 КАДМИЙ	48	In 114,82±1 ИНДИЙ	49	Sn 118,710±7 ОЦИНК	50	Sb 121,75±3 АНТИМОН	51	Te 127,60±3 ТЕЛЛУРИЙ	52	I 126,9045±1 ЙОД	53	Xe 131,29±3 КСЕНОН	54	Cs 132,9054±1 ЦЕЗИЙ	55	Ba 137,33±1 БАРИЙ	56	La 138,9055±3 ЛАНТАН	57	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	58	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	59	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	60	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	61	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	62	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	63	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	64	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	65	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	66	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	67	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	68	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	69	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	70	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	71	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	72	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	73	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	74	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	75	Os 190,2±1 ОСМИЙ	76	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	77	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	78	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	79	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	80	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	81	Pb 208,38±1 СВИНЦ	82	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	83	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	84	At 210±1 АСТАТ	85	Rn 222±0,176 РАДОН	86	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	87	Ra 226,0254 РАДИЙ	88	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	89	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	90	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	91	U 238,0289±1 УРАН	92	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	93	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	94	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	95	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	96	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	97	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	98	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	99	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	100	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	101	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	102	La 138,9055±3 ЛАНТАН	103	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	104	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	105	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	106	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	107	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	108	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	109	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	110	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	111	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	112	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	113	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	114	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	115	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	116	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	117	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	118	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	119	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	120	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	121	Os 190,2±1 ОСМИЙ	122	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	123	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	124	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	125	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	126	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	127	Pb 208,38±1 СВИНЦ	128	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	129	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	130	At 210±1 АСТАТ	131	Rn 222±0,176 РАДОН	132	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	133	Ra 226,0254 РАДИЙ	134	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	135	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	136	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	137	U 238,0289±1 УРАН	138	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	139	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	140	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	141	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	142	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	143	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	144	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	145	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	146	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	147	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	148	La 138,9055±3 ЛАНТАН	149	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	150	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	151	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	152	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	153	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	154	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	155	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	156	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	157	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	158	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	159	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	160	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	161	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	162	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	163	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	164	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	165	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	166	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	167	Os 190,2±1 ОСМИЙ	168	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	169	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	170	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	171	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	172	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	173	Pb 208,38±1 СВИНЦ	174	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	175	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	176	At 210±1 АСТАТ	177	Rn 222±0,176 РАДОН	178	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	179	Ra 226,0254 РАДИЙ	180	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	181	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	182	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	183	U 238,0289±1 УРАН	184	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	185	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	186	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	187	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	188	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	189	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	190	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	191	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	192	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	193	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	194	La 138,9055±3 ЛАНТАН	195	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	196	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	197	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	198	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	199	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	200	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	201	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	202	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	203	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	204	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	205	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	206	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	207	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	208	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	209	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	210	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	211	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	212	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	213	Os 190,2±1 ОСМИЙ	214	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	215	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	216	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	217	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	218	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	219	Pb 208,38±1 СВИНЦ	220	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	221	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	222	At 210±1 АСТАТ	223	Rn 222±0,176 РАДОН	224	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	225	Ra 226,0254 РАДИЙ	226	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	227	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	228	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	229	U 238,0289±1 УРАН	230	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	231	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	232	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	233	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	234	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	235	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	236	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	237	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	238	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	239	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	240	La 138,9055±3 ЛАНТАН	241	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	242	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	243	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	244	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	245	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	246	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	247	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	248	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	249	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	250	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	251	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	252	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	253	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	254	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	255	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	256	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	257	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	258	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	259	Os 190,2±1 ОСМИЙ	260	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	261	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	262	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	263	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	264	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	265	Pb 208,38±1 СВИНЦ	266	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	267	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	268	At 210±1 АСТАТ	269	Rn 222±0,176 РАДОН	270	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	271	Ra 226,0254 РАДИЙ	272	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	273	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	274	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	275	U 238,0289±1 УРАН	276	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	277	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	278	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	279	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	280	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	281	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	282	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	283	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	284	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	285	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	286	La 138,9055±3 ЛАНТАН	287	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	288	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	289	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	290	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	291	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	292	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	293	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	294	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	295	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	296	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	297	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	298	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	299	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	300	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	301	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	302	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	303	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	304	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	305	Os 190,2±1 ОСМИЙ	306	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	307	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	308	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	309	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	310	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	311	Pb 208,38±1 СВИНЦ	312	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	313	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	314	At 210±1 АСТАТ	315	Rn 222±0,176 РАДОН	316	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	317	Ra 226,0254 РАДИЙ	318	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	319	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	320	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	321	U 238,0289±1 УРАН	322	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	323	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	324	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	325	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	326	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	327	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	328	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	329	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	330	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	331	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	332	La 138,9055±3 ЛАНТАН	333	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	334	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	335	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	336	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	337	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	338	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	339	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	340	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	341	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	342	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	343	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	344	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	345	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	346	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	347	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	348	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	349	W 183,85±3 ВОЛФРАМ	350	Re 186,207±1 РЕЙСГЕЙМ	351	Os 190,2±1 ОСМИЙ	352	Ir 192,225±3 ИРИДИЙ	353	Pt 195,08±3 ПЛАТИНА	354	Au 196,9665±1 ЗОЛОТО	355	Hg 200,59±3 РУТУДИЙ	356	Tl 203,38±1 ТАЛЛИЙ	357	Pb 208,38±1 СВИНЦ	358	Bi 208,9804±1 ВЕНЕРОВИЙ	359	Po 209±1 ПОЛОНИЙ	360	At 210±1 АСТАТ	361	Rn 222±0,176 РАДОН	362	Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	363	Ra 226,0254 РАДИЙ	364	Ac 227,0278 АКТИНИЙ	365	Th 232,0381±1 ТОРИЙ	366	Pa 231,0369±1 ПРОТАКТИЙ	367	U 238,0289±1 УРАН	368	Np 237,0482±1 НЕПТУНИЙ	369	Pu 244,0642±1 ПУТОНИЙ	370	Am 243,0614±1 АМЕРИЦИЙ	371	Cm 247,0703±1 КУРИЙ	372	Bk 247,0703±1 БЕРКЛИЙ	373	Cf 251,0796±1 КАЛИФОРНИЙ	374	Es 252,0838±1 ЭЙЗЕНГАЙМЕР	375	Fm 257,0986±1 ФЕРМИЙ	376	No 259,1009±1 НОБЕЛИЙ	377	Lr 261,1054±1 ЛОРЕНСИЙ	378	La 138,9055±3 ЛАНТАН	379	Ce 140,12±1 ЦЕРИЙ	380	Pr 140,9077±1 ПРОМЕТЕЙ	381	Nd 144,24±3 НЕОДИМ	382	Pm 144,9128 ПРОМЕТЕЙ	383	Sm 150,35±3 САМАРИЙ	384	Eu 151,96±1 ЕВРОПИЙ	385	Gd 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ	386	Tb 158,9254±1 ТЕРБИЙ	387	Dy 162,59±3 ДИСПРОЗИЙ	388	Ho 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	389	Er 167,25±3 ЕРБИЙ	390	Tm 168,9342±1 ТУЛИЙ	391	Yb 173,04±3 ИТТЕРБИЙ	392	Lu 174,967±1 ЛУТЦИЙ	393	Hf 178,49±3 ГАФНИЙ	394	Ta 180,9479±1 ТАНТАЛ	395	W 183,85±3 ВОЛФ

ГОСТ 10700–89 “Макулатура”

Марка	Вид	Состав
МС-1(1)	Белая бумага из беленой целлюлозы без печати и линовки	<p>Отходы производства белой бумаги (кроме газетной): бумага для печати, писчая, чертежная, рисовальная, основа светочувствительной бумаги и другие виды бумаги, а также обрезки немелованного картона.</p> <p><i>Не допускаются:</i> бумага, покрытая полиэтиленом, латексом, скотч, металлические включения, корешки, клей, мелованная бумага.</p>
МС-1(2)	Белая бумага из беленой целлюлозы без печати и линовки	<p>Отходы производства белой бумаги: бумага для печати, чистая чертежная, рисовальная, основа светочувствительной бумаги, другие виды бумаг, а также обрезки из немелованного картона.</p> <p><i>Допускается:</i> до 3 % корешки, мелованная бумага, покрытая полиэтиленом, латексом, скотч.</p>
МС-1(3)	Бумага из беленой целлюлозы без печати и линовки	<p>Отходы производства белой бумаги и картона мелованные. <i>Не допускаются:</i> бумага, покрытая полиэтиленом, латексом, скотч, металлические включения, корешки, клей, мелованная бумага.</p> <p>Внимание: мелованная бумага и картон принимаются только после согласования с руководством фирмы на основе предоставленных образцов.</p>
МС-2(1)	Белая бумага из беленой целлюлозы с линовкой и черно-белой или цветной полоской	<p>Отходы производства всех видов белой бумаги и картона в виде обрезков с линовкой и черно-белой или цветной полосой: бумага для печати, писчая, диаграммная, чертежная, рисовальная.</p>

Марка	Вид	Состав
МС-2(1)		<p>Не допускается: бумага с полиэтиленовым и латексным покрытием, металлические и другие включения, корешки.</p> <p>Примечание: количество краски на бумаге не должно превышать 3 % от площади.</p>
МС-2(2)	Газетная бумага из беленой древесмассы	<p>Отходы производства всех видов газетной бумаги в виде обрезков с линовкой и черно-белой или цветной полосой – бумага для печати, писчая, диаграммная, чертежная, рисовальная.</p> <p>Не допускается: бумага с полиэтиленовым и латексным покрытием, металлические и другие включения, корешки.</p> <p>Примечание: количество краски на бумаге не должно превышать 3 % от площади.</p>
МС-2(4)	Газетная бумага из беленой древесмассы	<p>Отходы производства всех видов газетной бумаги в виде обрезков с линовкой и черно-белой или цветной полосой: бумага для печати, писчая, диаграммная, чертежная, рисовальная.</p> <p>Не допускается: бумага с полиэтиленовым и латексным покрытием, металлические и другие включения, корешки.</p> <p>Примечание: количество краски на бумаге не должно превышать 5 % от площади.</p>
МС-3(1)	Печатный брак и чистые бланки	<p>Отходы производства всех видов белой бумаги в виде листов, книг, тетрадей, записные книжки и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров с однокрасочной печатью, без переплетов, обложек и корешков, изданные на белой бумаге, и белая бумага из архивов и учреждений.</p>
МС-3(2)	Книжная и архивная бумага	<p>Отходы производства всех видов газетной бумаги в виде листов, книг, тетрадей, записные книжки и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров с однокрасочной печатью, без переплетов, обложек и корешков, изданные на газетной бумаге, и газетная бумага из архивов и учреждений.</p>

Марка	Вид	Состав
МС-3(3)	Книжная и архивная бумага	Отходы производства всех видов газетной бумаги в виде листов, книг, тетрадей, записные книжки и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров с однокрасочной и цветной печатью , без переплетов, обложек и корешков, изданные на газетной бумаге, и газетная бумага из архивов и учреждений.
МС-3(4)	Книжно-журнальная, архивная бумага	Использованные книги, журналы, брошюры, проспекты, каталоги, блокноты, тетради, записные книжки, плакаты и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров с однокрасочной и цветной печатью, без переплетов, обложек и корешков.
МС-4	Бумага из сульфатной небеленой целлюлозы	Отходы производства бумаги: упаковочной, шпагатной, электроизоляционной, патронной, мешочной, основы абразивной бумаги, основы для клеевой ленты, а также перфокарты.
МС-5	Мешки бумажные невлагопрочные	Использованные мешки без битумной пропитки, прослойки, армированных слоев, а также остатков абразивных и химически активных веществ.
МС-6(1)	Гофрированный картон и тара	Отходы производства бумаги и картона , применяемые в производстве гофрированного картона, без печати, скотча и металлических включений , без пропитки, покрытия полиэтиленом и другими водоотталкивающими материалами.

Марка	Вид	Состав
МС-6(2)	Гофрированный картон и тара	Отходы производства и потребления бумаги и картона , применяемые в производстве гофрированного картона с печатью без скотча и металлических включений , без пропитки, покрытия полиэтиленом и другими водоотталкивающими материалами.
МС-6(3)	Гофрированный картон и тара	Отходы потребления бумаги и картона , а также использованная гофрированная тара с печатью без пропитки, покрытия полиэтиленом и другими водоотталкивающими материалами.
МС-7	Картон всех видов	Отходы производства и потребления картона всех видов (кроме электроизоляционного, кровельного и обувного) с черно-белой и цветной печатью.
МС-8	Бумажные гильзы, шпули, втулки (без покрытия и пропитки)	Бумажные гильзы, шпули (без стержней и пробок), втулки, литые изделия из бумажной массы, бумажный шпагат, а также отходы электроизоляционного картона.
МС-9	Влагопрочные и труднораспускаемые бумага и картон с пропиткой и покрытием	Отходы производства и потребления бумаги и картона с пропиткой и покрытием : влагопрочные, битумированные, ламинированные, а также бумажные мешки, изготовленные из указанных сортов.
МС-10(1)	Газетная бумага и газеты	Неиспользованные газеты (печатать только черно-белая).
МС-10(2)	Газетная бумага и газеты	Использованные газеты с черно-белой и цветной печатью.
МС-11	Смешанная	Отходы производства и потребления различных видов картона, белой и цветной бумаги (кроме черного и коричневого цветов), обложечной, светочувствительной, в том числе запечатанной на аппаратах множительной техники, афишной, обойной, пачечной, шпульной и др.

Нормативная правовая база, относящаяся к полиграфии (перечень)

1. Соглашение о сотрудничестве в области книгоиздания, книгораспространения и полиграфии (Алматы, 10 февраля 1995 г.)

2. Соглашение о создании Межгосударственного совета по сотрудничеству в области периодической печати, книгоиздания, книгораспространения и полиграфии (Минск, 4 июня 1999 г.)

3. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть первая от 31 июля 1998 г. № 146-ФЗ (с изм. и доп. от 30 марта, 9 июля 1999 г., 2 января, 5 августа 2000 г., 24 марта 2001 г.) и часть вторая от 5 августа 2000 г. № 117-ФЗ (с изм. и доп. от 29 декабря 2000 г.)

4. Закон РСФСР от 6 декабря 1991 г. № 1992-I “О налоге на добавленную стоимость” (с изм. и доп. от 22 мая, 16 июля, 22 декабря 1992 г., 25 февраля, 6 марта 1993 г., 11 ноября, 6 декабря 1994 г., 25 апреля, 23 июня, 7, 22 августа, 30 ноября, 27 декабря 1995 г., 1 апреля, 22 мая 1996 г., 17 марта, 28 апреля 1997 г., 31 июля 1998 г., 6 января, 10 февраля, 31 марта, 4 мая 1999 г., 2 января, 27 мая, 5 августа 2000 г.)

5. Федеральный закон от 5 августа 2000 г. № 118-ФЗ “О введении в действие части второй Налогового кодекса Российской Федерации и внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации о налогах” (с изм. и доп. от 27 декабря 2000 г., 24 марта 2001 г.). Ст. 16.

6. Федеральный закон от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ “О геодезии и картографии”.

7. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь о сотрудничестве в области печати (Минск, 19 февраля 1998 г.).

ПОСТАНОВЛЕНИЯ

8. Постановление Правительства РФ от 11 апреля 2000 г. № 326 “О лицензировании отдельных видов деятельности” (с изм. и доп. от 17 ноября 2000 г.).

9. Постановление Правительства РФ от 12 октября 1995 г. № 1005 «О федеральной целевой программе “Поддержка государственной полиграфии и книгоиздания России в 1996–2001 годах”».

10. Постановление Правительства РФ от 1 октября 1994 г. № 1119 “О приватизации издательств, полиграфических предприятий и предприятий оптовой книжной торговли Комитета Российской Федерации по печати” (с изм. и доп. от 12 октября 1995 г.).

11. Постановление Правительства РФ от 10 января 1994 г. № 15 “Вопросы обеспечения издания и распространения средств массовой информации, продукции полиграфического производства”.

12. Постановление СМ РФ от 22 сентября 1993 г. № 960 “О регулировании полиграфической деятельности в Российской Федерации”.

13. Постановление СМ РФ от 17 апреля 1991 г. № 211 “О регулировании издательской деятельности в РСФСР” (с изм. и доп. от 8 июня 1993 г.).

ПРИКАЗЫ

14. Приказ Минздрава РФ от 2 сентября 1999 г. № 339 “О внесении изменений и дополнений в приказ Минздрава России от 20.07.98 г. № 217”.

15. Приказ Минпечати РФ от 28 июня 1993 г. № 127 “Об утверждении перечня выходных сведений, размещаемых в непериодических печатных изданиях”.

16. Приказ Минобразования РФ от 4 октября 1999 г. № 464 “Об утверждении примерного положения о редакционно-издательском подразделении высшего учебного заведения”.

17. Приказ Минобразования РФ от 3 августа 1999 г. № 149 “Об утверждении Примерного положения о редакционно-издательском совете высшего учебного заведения”.

18. Приказ Минобразования РФ от 1 апреля 1999 г. № 806 “О координации издательской и полиграфической деятельности высших учебных заведений”.

ПИСЬМА

19. Письмо Департамента госсанэпиднадзора Минздрава РФ от 21 октября 1998 г. № 1100/2493-98-111 “О гигиенической оценке издательской продукции” (с изм. и доп. от 27 января 1999 г.).

20. Письмо Минэкономики РФ, Минфина РФ, Госкомстата РФ и Роскомпечати от 22 июня 1994 г. № 12-6-5 “О переоценке основных фондов полиграфических предприятий”.

21. Письмо Госналогслужбы РФ от 27 мая 1993 г. № НП-4-01/78н “Об особенностях состава затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг) по издательской деятельности”.

САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ

22. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.4.7.702-98 “2.4.7. “Гигиена детей и подростков. Гигиенические требования к изданиям учебным для общего и начального профессионального образования” (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 1998 г. № 17).

23. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.685-98 “Гигиенические требования к изданиям книжным для взрослых” (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 14 января 1998 г. № 1).

ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ

Вредные вещества, загрязняющие атмосферный воздух, с указанием предельно допустимых концентраций их в воздухе населенных мест приведены в таблице.

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ (мг/м^3) — максимально-разовая предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, которая не должна превышать с осреднением 20 минут.

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ (мг/м^3) — среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, которая не должна превышать в среднем за сутки.

ОБУВ (мг/м^3) — ориентировочно безопасный уровень воздействия.

После внедрения фотонабора свинец перестал являться основным загрязняющим веществом выбросов полиграфических предприятий. В настоящее время к основным загрязнителям атмосферы полиграфическими предприятиями относятся толуол, бензин и другие растворители, входящие в состав ЛОС, а также бумажная, декстриновая и красочная пыль.

Летучие органические соединения (ЛОС) — это соединения, которые обладают способностью вступать в фотохимические реакции в атмосфере с образованием озона и других окислителей. Некоторые из них представлены в таблице:

Вредные вещества, поступающие в окружающую среду

Код вещества	Название вещества	Класс опасности	$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$	$\text{ПДК}_{\text{с.с}}$	ОБУВ
0415	Смесь углеводородов предельных C1-C5	—	—	—	50,00
0416	Смесь углеводородов предельных C6-C10	—	—	—	30,00
0612	(1-Метилэтил)бензол (изопропилбензол, кумол)	4	0,014	—	—
0616	Диметилбензол (ксилол)	3	0,2	—	—

Код вещества	Название вещества	Класс опасности	ПДК _{м.р}	ПДК _{с.с}	ОБУВ
0620	Этенилбензол (винилбензол, Стирол)	2	0,04	0,002	—
0621	Метилбензол (толуол)	3	0,6	—	—
0626	1,2,4-Триметилбензол (псевдокумол)	2	0,04	0,015	—
1039	Пентан-1-ол (амиловый спирт)	3	0,01	—	—
1052	Метанол (метиловый спирт)	3	1,00	0,5	—
1061	Этанол (спирт этиловый)	4	5,00	—	—
1119	2-Этоксизтанол (этилцеллозольв, этиловый эфир этиленгликоля)	—	—	—	0,7
1202	Пентилацетат (н-амилацетат)	4	0,1	—	—
1224	Метилацетат	4	0,07	—	—
1240	Этилацетат	4	0,1	—	—
1409	Бутан-2-он (метилэтилкетон)	—	—	—	0,1
1610	1,4 -Диоксан (этилена диоксид, диоксан)	—	—	—	0,07
2752	Уайт-спирит	—	—	—	1,00

В основном в полиграфической промышленности применяются импортные краски, состав некоторых из них приведен далее в таблице. Аэрозоли, как правило, не содержат лакокрасочную пыль, а выбросы составляет летучая часть типографских красок.

Российская Федерация является участником Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Цель Конвенции — стабилизация парниковых газов в атмосфере. Под изменениями климата в РКИК понимаются те изменения, которые вызваны непосредственно или косвенно деятельностью человека, изменяющей состав глобальной атмосферы путем увеличения концентрации парниковых газов.

Типографские краски и растворители

Наименование	Марка	Доля летучей части (растворителя), %	Наименование индивидуальных компонентов растворителя	Содержание компонента в летучей части, %
Краска типографская	Базовая	2,37	Углеводороды C1-C10	7,88
			Ксилол	6,03
			Метилацетат	80,5
			Толуол	2,96
			Этилбензол	2,63
Краска типографская	«Hartmann»	1,75	Углеводороды C1-C10	53,88
			Диоксан	6,82
			Ксилол	21,76
			Кумол	4,48
			Стирол	1,79
			Толуол	1,44
			Этилацетат	2,09
			Этилбензол	7,74
Краска типографская	Unipak gold 9974	3,3	Ксилол	96,84
			Толуол	3,16
Краска типографская	Euro opti cyan 75637	0,17	Ксилол	13,15
			Стирол	86,85
Краска типографская	Combiprint 116	78,1	Амиловый спирт	0,1
			Метанол	0,06
			Этанол	99,84
Краска типографская	Combiprint 811	59,1	Амиловый спирт	0,01
			Метанол	0,09
			Этанол	99,9
Краска типографская	Combiprint 044	65	Амиловый спирт	0,21
			Метанол	1,87
			Этанол	97,92
Растворитель	Combiprint	100	Метоксипропанол	47,89
			Этанол	1,02
			Этилцеллозольв	51,09

Наименование	Марка	Доля летучей части (растворителя), %	Наименование индивидуальных компонентов растворителя	Содержание компонента в летучей части, %
Краска типографская	Diamont № 4	80	Амилцетат	13,18
			Бензол	10,12
			Диоксан	3,33
			Метилэтилкетон	43,2
			Уайт-спирит	27,5
			Этанол	2,67
Краска типографская	Diamont № 5	3,8	Амиловый спирт	8,7
			Метанол	4,12
			Этанол	87,18
Краска типографская	Diamont № 6	1,8	Амиловый спирт	2,15
			Метанол	6,04
			Этанол	91,81

Парниковыми называют газы, которые поглощают инфракрасную радиацию, излучаемую поверхностью Земли и облаками. Парниковыми газами, выбросы которых регламентируются РКИК, Киотским протоколом, являются в том числе диоксид углерода, оксид углерода и оксиды азота. Диоксид углерода не является вредным веществом, оказывающим влияние на здоровье человека, но как парниковый газ требует контроля за его выбросами.

В выбросах полиграфических предприятий присутствуют вещества, представленные в таблице:

Код вещества	Название	Класс опасности	ПДК _{м.р}	ПДК _{с.с}
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	3	0,2000000	0,0400000
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	3	0,4000000	0,0600000
0337	Углерод оксид	4	5,0000000	3,0000000

В процессе резки и отрезки бумаги и картона в воздушную среду производственных помещений поступает бумажная пыль. Бумажная пыль легкая, волокнистая, содержит разноименные электрические заряды, легко прилипает к полотну бумаги, к машинам, строительным конструкциям. От вспомогательного производства при работе на станках могут поступать и другие виды пыли, ориентировочно безопасный уровень их воздействия представлен в таблице:

Код вещества	Название	Класс опасности	ОБУВ
2930	Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	—	0,0400000
2936	Пыль древесная	—	0,5000000
2962	Пыль бумаги	—	0,1000000
2978	Пыль тонко измельченного резинового вулканизата из отходов подошвенных резин	—	0,1000000

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. БАЗОВЫЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛИГРАФИИ	6
1.1. Строение вещества, химические частицы, химическая связь	6
1.1.1. Химический процесс	9
1.1.2. Атом. Строение атома	12
1.1.3. Стадии организации вещества	15
1.1.4. Химическая связь	18
1.2. Неорганические и органические материалы и их свойства	25
1.2.1. Химическая номенклатура неорганических соединений	25
1.2.2. Важнейшие классы неорганических соединений	27
1.2.3. Классификация органических соединений	37
1.2.4. Номенклатура органических соединений	42
1.2.5. Заместительная номенклатура	43
1.2.6. Радикально-функциональная номенклатура	45
1.2.7. Кислородсодержащие органические соединения (моно- и полифункциональные)	47
1.2.8. Карбоновые кислоты	50
1.2.9. Углеводы	52
1.2.10. Металлы и сплавы	56
1.2.11. Металлы, применяемые в полиграфии	60
1.2.12. Двойные сплавы	65
1.3. Дисперсные системы и их характеристики	68
1.3.1. Растворы и их свойства	70
1.3.2. Коллоидные растворы	81

1.3.3. Когезия, адгезия, золи, гели	88
1.4. Основные химические и физико-химические процессы, используемые в полиграфии	99
1.4.1. Взаимодействие бумаги с жидкими средами	99
1.4.2. Фотохимические процессы в полиграфии	104
1.4.3. Химические основы изменения цвета бумаги	107
1.4.4. Роль воды и ее свойств в полиграфических процессах	109
1.5. Химические основы качества полиграфических процессов и полиграфической продукции	115
Глава 2. ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	120
2.1. Технологии полиграфической продукции (способы печати) и виды полиграфической продукции	120
2.2. Особенности полиграфических технологий и полиграфической продукции	141
2.2.1. Офсетная печать	141
2.2.2. Рулонная офсетная печать без тепловой сушки	142
2.2.3. Рулонная печать с тепловой сушкой	143
2.2.4. Флексография	145
2.2.5. Трафаретная печать	148
2.2.6. Глубокая печать	149
2.2.7. Послепечатные операции	151
2.2.7.1. Лакировка	151
2.2.7.2. Ламинирование	152
2.2.7.3. Переплет	153
Глава 3. ПРОИЗВОДСТВО БУМАГИ	154
3.1. Состав бумаги	154
3.2. Отливка бумаги	155
3.3. Мелование бумаги	164
3.4. Бумагоделательная машина	166
3.5. Экологические и ресурсосберегающие аспекты при производстве бумаги	168
Глава 4. ВИДЫ БУМАГИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ	173
4.1. Виды бумаги	173
4.2. Характеристики и структура бумаги	186
4.2.1. Геометрические свойства бумаги	188

4.2.2. Оптические свойства бумаги	190
4.2.3. Механические свойства бумаги	191
4.2.4. Сорбционные свойства бумаги	193
4.2.5. Кислотно-основные и гигроскопические свойства бумаги	195
4.2.6. Строение (структура) бумаги	196
4.2.7. Интегральные и специфические требования к бумаге	198
Глава 5. МАТЕРИАЛЫ И ЭТАПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ	202
5.1. Полиграфические краски	202
5.2. Лаки в полиграфии	226
5.3. Клеи в полиграфии	233
5.4. Допечатные процессы	236
5.5. Фотография, получение изображений, растривание	242
5.5.1. Фотография, получение изображений	242
5.5.2. Растривание изображения	250
Глава 6. ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА В ПОЛИГРАФИИ	254
6.1. Выбросы полиграфических предприятий	254
6.2. Твердые отходы	256
6.3. Очистка сточных вод полиграфических предприятий	258
6.4. Отходы полиграфии, утилизация вторичного сырья	259
6.5. Растворители	261
6.6. Отходы фотоматериалов. Серебро	262
6.7. Государственный контроль за деятельностью полиграфических предприятий в области охраны окружающей среды и утилизации отходов	266
6.8. Маркировка продукции	270
6.8.1. Знаки, обозначающие степень экологического благополучия товара или его упаковки	273
6.8.2. Знаки, призывающие к охране и сбережению окружающей среды и ее безопасности	279
6.8.3. Знаки, предупреждающие об опасности изделия или предмета для человека и окружающей среды	281
6.8.4. Гигиеническая оценка издательской продукции	283

6.8.5. Некоторые нормативные документы в экологической сфере применительно к полиграфической промышленности	292
Заключение	297
Глоссарий основных понятий и терминов	300
Библиографический список	331
Приложения	333
<i>Приложение 1. Периодическая система элементов</i> Д.И. Менделеева	333
<i>Приложение 2. Растворимость кислот, оснований</i> и солей в воде	334
<i>Приложение 3. ГОСТ 10700–89 “Макулатура”</i>	335
<i>Приложение 4. Нормативная правовая база, относящаяся</i> к полиграфии (перечень)	339
<i>Приложение 5. Вредные вещества и их концентрации</i>	342

БЛИНОВ Лев Николаевич
ИВАНОВ Александр Васильевич

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Учебное пособие

Редакторы: *М.А. Молчанова, А.В. Явственная*
Корректор *А.И. Рогозин*
Компьютерная верстка *С. В. Горячевой*
Дизайн обложки *Т.М. Ивановой*

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 78.01.07.953. П. 001342.01.07 от 24.01.2007 г.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3005 — учебная литература

Подписано в печать 05.09.2011. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 22,00. Тираж 100. Заказ 94.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.
Издательство Политехнического университета,
член Издательско-полиграфической ассоциации университетов России.
Адрес университета и издательства:
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.