

**Т. и. Гудкова**  
**Л. А. Загаринская**

# **ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Допущено Министерством высшего и  
среднего специального образования  
СССР в качестве учебника для сту-  
дентов инженерно-экономических спе-  
циальностей полиграфических вузов

## 1. БУМАГА

Бумага для печати — один из основных материалов полиграфической промышленности. От бумаги в большой степени зависит качество и себестоимость выпускаемой продукции. Например, в газетном производстве стоимость бумаги составляет более половины себестоимости газет в целом.

Бумага — листовой материал массой 1 м<sup>2</sup> до 300 г. Она состоит преимущественно из растительных волокон, связанных между собой силами поверхностного сцепления; в состав бумаги могут входить химические волокна, проклеивающие вещества, минеральные наполнители, пигменты и красители.

Тонкие, легкие и вместе с тем прочные и гибкие бумажные листы имеют ровную поверхность, хорошо воспринимающую краску.

Целлюлозно-бумажная промышленность выпускает более трехсот различных видов печатной бумаги. Это объясняется тем, что к бумаге, в зависимости от способа печати и вида продукции, предъявляются разные требования. Например, бумага для печатания газет способом высокой печати должна обладать хорошей впитывающей способностью для быстрого закрепления краски на оттиске, бумага для печатания офсетным способом различной полиграфической продукции должна быть влагостойкой и иметь высокую прочность поверхности из-за специфики деформационных свойств офсетного полотна; бумага для печатания географических карт тем же способом должна быть еще более влагостойкой, иметь чистую, без соринок, поверхность, обладающую высокой механической прочностью и т. д.

Универсальную бумагу, свойства которой в одинаковой степени отвечали бы требованиям при печатании разнообразной полиграфической продукции всеми способами печати, создать невозможно.

Бумагу с необходимыми свойствами получают специальным подбором и определенной обработкой волокнистых материалов; кроме того, в состав бумаги вводят различные добавки для регулирования ее свойств: наполнители, проклеивающие вещества, подцветки и др.

На свойства бумаги большое влияние оказывает сам процесс ее формирования, режим отлива бумаги.

Использование доступного сырья, высокая степень механизации и автоматизации современного бумагоделательного производства обеспечивают выпуск большого ассортимента бумаги, потребность в которой продолжает возрастать в связи с дальнейшим увеличением выпуска книг, газет и журналов.

## Глава I.

### **Сырье и полуфабрикаты для производства бумаги**

Основное сырье современной целлюлозно-бумажной промышленности — древесина различных пород (ель, бук, тополь, осина и др.), однолетние растения: тростник, камыш, а также хлопковый линт (хлопковые очесы). Растительные волокна отвечают всем необходимым требованиям, которые предъявляются к волокнистым материалам для изготовления бумаги:

- они обладают достаточной прочностью и гибкостью;
- размалываются с образованием тонких микроволокнистых элементов, что обеспечивает лучшее переплетение их между собой;
- устанавливают водородные связи между собой, что обеспечивает скрепление волокон в листе бумаги в местах их переплетения.

Эти свойства придает растительному волокну целлюлоза — полимер, имеющий линейное строение, с большим числом гидроксильных групп. И чем больше в исходном сырье целлюлозы, тем ценнее этот волокнистый материал для производства бумаги.

#### **1.1. Целлюлоза — основной материал для изготовления бумаги**

В чистом виде целлюлоза в природе не встречается. Волокна хлопка содержат 90—95% целлюлозы, волокна льна — 80—85%, в различных видах древесины содержание целлюлозы колеблется в пределах 40—60%, в стеблях соломы — 30—35%. Кроме целлюлозы растительные клетки содержат так называемые инкрустирующие вещества — лигнин, который придает волокнам жесткость и хрупкость. Лигнин несветопопрочен, поэтому волокна, содержащие лигнин, со временем желтеют.

В производстве многих видов бумаги жесткость волокон нежелательна, так как жесткие, хрупкие волокна плохо переплетаются, и из них нельзя получить прочный лист бумаги.

Лигнин может быть удален из растительных клеток путем химической обработки древесины. Очищенные от лигнина и других сопутствующих веществ растительные волокна представляют собой относительно чистую целлюлозу.

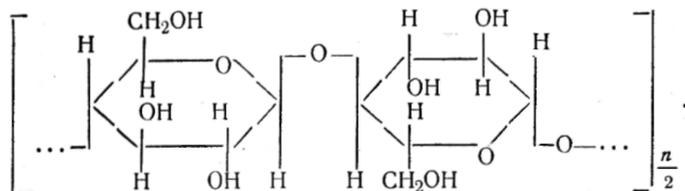
Выделенная из растительных клеток целлюлоза — вещество волокнистого строения плотностью 1,51—1,53 г/см<sup>3</sup>. Целлюлоза стойка к действию щелочей и разбавленных кислот. Это свойство целлюлозы и используется в процессе ее получения из древесины при очистке последней от лигнина и других инкрустирующих веществ.

По своей химической природе целлюлоза — органическое вещество класса углеводов; в состав ее молекулы входят атомы углерода, кислорода и водорода.

Целлюлоза — типичный представитель природных высокомолекулярных соединений. Ее молекула состоит из большого числа элементарных звеньев — остатков  $\beta$ -глюкозы, соединенных в длинные цепи кислородными мостиками.

Эмпирическая формула целлюлозы  $(-C_6H_{10}O_5-)_n$ , где  $n$  — коэффициент полимеризации, характеризующий длину цепи, т. е. число элементарных звеньев в молекуле целлюлозы.

Строение макромолекулы целлюлозы может быть представлено в следующем **виде**:



Коэффициент полимеризации целлюлозы достигает нескольких десятков тысяч, а молекулярная масса — нескольких миллионов. Коэффициент полимеризации у целлюлозы различного происхождения различен. Самый высокий коэффициент полимеризации у льняной целлюлозы — 36 000, у хлопковой — 10 000, у древесной — 3 000.

Чем выше коэффициент полимеризации, тем длиннее макромолекула целлюлозы и прочнее целлюлозное волокно. Следовательно, самые прочные волокна — льняные, волокна древесной целлюлозы уступают в прочности и льняным, и хлопковым.

Прочность целлюлозного волокна в долевом направлении

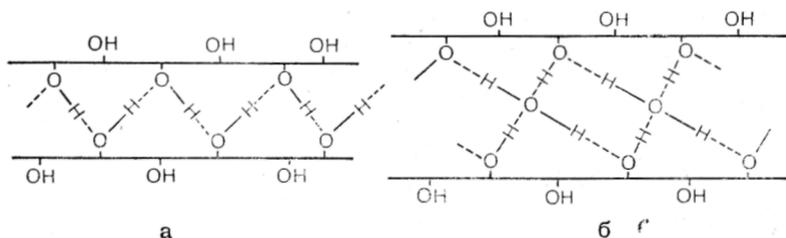


Рис. 1. Схема водородных связей в молекуле целлюлозы:

а — до увлажнения, б — после увлажнения

обусловлена наличием кислородных мостиков (глюкозидных связей), соединяющих остатки  $\beta$ -глюкозы, которые обладают достаточно высокой энергией (453 кДж/моль). Соединение же макромолекул целлюлозы между собой осуществляется через гидроксильные группы ( $OH^-$ ), образующие так называемые водородные связи (рис. 1), которые обладают невысокой энергией (29—

42 кДж/моль) и легко разрушаются, особенно в водной среде. После отфильтровывания воды водородные связи между отдельными макромолекулами вновь устанавливаются.

Образующиеся пучки нитевидных макромолекул целлюлозы соединяются в микрофибриллы, из которых составлены мельчайшие волокна — фибриллы (их длина 1—10, а ширина 0,01 мкм), образующие, в свою очередь, волокно.

В табл. 1 приведены для наглядности размеры фибрилл в сопоставлении с размерами молекулы и волокна целлюлозы.

Таблица 1

Размеры молекулы целлюлозы, фибрилл и хлопкового волокна

Элементы волокна	Размер в поперечном сечении, мкм
Макромолекулы целлюлозы	$(4-8) \cdot 10^{-4}$
Микрофибриллы	$(5-25) \cdot 10^{-3}$
Макрофибриллы	$4 \cdot 10^{-1}$
Хлопковое волокно	$2 \cdot 10^1$

Наличие в макромолекуле целлюлозы большого числа гидроксильных групп придает ей высокую гидрофильность (способность смачиваться водой и, как следствие, набухать в ней). При этом размеры волокна увеличиваются преимущественно в поперечном направлении, как показано на рис. 1, б. Адсорбция влаги целлюлозными волокнами приводит к ослаблению водородных связей. Это снижает механическую прочность волокна и облегчает разделение его на более мелкие структурные элементы — фибриллы, микрофибриллы, что и происходит в процессе размола волокон.

При удалении воды волокна целлюлозы вновь скрепляются между собой в результате установления водородных связей.

Таким образом, молекулярное строение целлюлозы (линейность и содержание большого числа гидроксильных групп) придают волокну свойства, необходимые для изготовления бумаги: гибкость, обеспечивающую переплетение волокон в листе, способность к фибриллированию и установлению водородных связей.

## 1.2. Основные полуфабрикаты для производства бумаги

Наиболее распространенное сырье для производства волокнистых полуфабрикатов — древесина хвойных и лиственных пород. Волокна хвойных пород древесины имеют большую длину и поэтому являются более ценным сырьем для изготовления бумаги. Содержащийся в древесных волокнах лигнин придает им жесткость и хрупкость, волокна плохо переплетаются и бумага получается малопрочной, пористой и негладкой. Склонность лигнина к пожелтению резко снижает ее белизну.

Поэтому для производства гладкой, прочной и белой бумаги используют волокнистые полуфабрикаты, не содержащие лигнина: древесную целлюлозу, хлопок и др. Для других видов бумаги используют целлюлозу в смеси с более дешевым полуфабрикатом — древесной массой, содержащей лигнин.

Древесная целлюлоза и древесная масса — основные ВОЛОКНИСТЫЕ полуфабрикаты для производства бумаги.

### 1.2.1. *Древесная целлюлоза*

Целлюлозу получают химической обработкой древесины, из которой при этом выводятся инкрустирующие вещества, главным образом лигнин. Удаление лигнина основано на его способности образовывать с некоторыми химическими веществами растворимые в воде соединения, которые затем при промывке ОТДЕЛЯЮТСЯ. В настоящее время широко применяют два способа получения целлюлозы: сульфитный (кислотный) и сульфатный (разновидность щелочного). Подготовка древесины перед получением из нее целлюлозы сводится к следующему: бревна древесины распиливают на балансы и тщательно очищают от коры; балансы рубят на щепу длиной  $\sim 20 \times 20$  мм и толщиной 3—5 мм, затем сортируют, так как от однородности щепы зависит равномерность ее пропитки химическими реагентами, степень очистки от лигнина и качество получаемой целлюлозы.

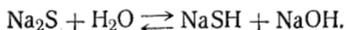
При сульфитном способе целлюлозу получают из хвойных пород деревьев с небольшим содержанием смолы, например ели, пихты. Щепу загружают в железные герметически закрытые котлы, покрытые изнутри кислотоупорным слоем, и заливают варочной кислотой, т. е. раствором бисульфита кальция  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ , который в водной среде распадается на сернистую кислоту  $\text{H}_2\text{SO}_3$  и сульфит кальция  $\text{CaSO}_3$ . Варка ведется при  $t$  140—150°С и при давлении 5066—6079 гПа (5—6 атм) в течение 8—12 ч. В процессе варки лигнин взаимодействует с сернистой кислотой, и образуются очень активные лигнинсульфоновые кислоты, которые могут разрушить волокна целлюлозы. Однако присутствующий в варочной кислоте сульфит кальция нейтрализует лигнинсульфоновые кислоты, переводя их в растворимые соли кальция лигнинсульфоновых кислот, которые при промывке целлюлозы удаляются. Затем целлюлозу сортируют, так как после промывки могут остаться непроваренные пучки волокон, щепы и др. Лучшей целлюлозой является та, из которой в процессе варки удалено возможно большее количество лигнина без разрушения целлюлозных волокон. Так как лигнинсульфоновые кислоты, образующиеся в процессе варки, могут частично разрушить целлюлозу и тем самым уменьшить прочность волокон, то процесс варки ведут не до полного удаления лигнина. В зависимости от продолжительности варки получают целлюлозу с различным содержанием лигнина: в мягкой целлюлозе — 1—2%, в средней — 3—4%, в жесткой — 5—6%. Выход целлюлозы при сульфитном способе составляет 45—50%, инкрустирующие вещества при этом переходят в раствор.

Волокна сульфитной целлюлозы достаточно прочны, эластичны, легко отбеливаются. Они идут на изготовление всех видов печатной бумаги.

Целлюлоза, полученная в процессе варки древесины, отличается низкой белизной, поэтому не пригодна для изготовления высококачественной белой бумаги. Для повышения белизны целлюлоза подвергается отбелке. Лучшие виды печатной бумаги изготовляют на основе беленой, а более дешевые, например газетную, № 3 и др. — из небеленой сульфитной целлюлозы.

В последние годы стал широко применяться сульфатный способ получения целлюлозы. Основным реагентом здесь является щелочь  $\text{NaOH}$  и сернистый натрий  $\text{Na}_2\text{S}$ . Щепу варят при более высокой, чем при сульфитном способе, температуре ( $165\text{—}175^\circ\text{C}$ ), и большем давлении ( $7092\text{—}8106$  гПа, или  $7\text{—}8$  атм), в результате продолжительность варки сокращается до  $1,5\text{—}2$  ч. Щелочь разрушает лигнин без заметного разрушения целлюлозы и переводит в растворимое состояние смолы, содержащиеся в древесине. При сульфатном способе в качестве сырья могут быть использованы смолистые породы деревьев, например сосна в виде отходов строительных материалов (горбыли, рейки).

Важную роль в процессе варки играет сернистый натрий: в водных растворах он распадается на едкий натр и сульфогидрат натрия



Таким образом, сернистый натрий повышает содержание щелочи в растворе, а сульфогидрат натрия, что самое важное, образует с лигнином продукт — тиолигнин, легко растворимый в щелочах.

Сульфатная целлюлоза обладает высокой прочностью, но имеет коричневый цвет — волокна окрашиваются растворенными смолами. Поэтому небеленую сульфатную целлюлозу используют только для изготовления высокопрочной упаковочной и оберточной бумаги.

Процесс отбелки сульфатной целлюлозы очень сложен и дорог. Но благодаря высокой прочности беленую сульфатную целлюлозу применяют для изготовления высококачественной бумаги для документов, денежных знаков, тонкой словарной и др.

Сульфатный способ производства целлюлозы в последние годы находит все более широкое применение и является более перспективным по сравнению с сульфитным, так как позволяет перерабатывать отходы деревообрабатывающей промышленности из хвойных и лиственных пород древесины. Кроме того, при этом способе удается практически полностью регенерировать образующиеся в процессе варки щелока.

### *1.2.2. Древесная масса*

Древесная масса представляет собой волокнистый материал, получаемый механическим измельчением древесины. Древесная масса неоднородна: наряду с волокнистыми частицами, в ней много мелких пылевидных и крупных частиц неправильной формы.

Способ получения древесной массы, по сравнению с вышеописанными, проще, дешевле, менее энергоемкий, с большим выходом по волокну (86—90%), поэтому древесная масса — самый дешевый волокнистый полуфабрикат.

Древесная масса широко используется для производства различных видов бумаги и картона. Неплотно переплетающиеся частички древесной массы сообщают бумаге крупнопористую структуру и большую впитывающую способность. Сырьем для изготовления древесной массы служит ель, реже осина и другие лиственные породы деревьев.

Стволы деревьев распиливают на балансы — бревна длиной 2—3 м, тщательно очищают от коры на специальных машинах, затем (рис. 2) балансы 2 истирают на абразивной рабочей поверхности быстро вращающегося камня 1 в машине — дефибрере при непрерывной подаче воды в ванну 3.

Полученная на дефибрере древесная масса (дефибрерная) содержит отдельные волокна, обрывки волокон и грубые нерастертые пучки. Поэтому ее сильно разбавляют водой (содержание волокна 2—8%) и сортируют, чтобы задержать щепу и посторонние примеси. Полученная после сортировки древесная масса не требует дополнительной обработки и пригодна для производства бумаги. Полученную таким образом древесную массу называют белой.

Древесная масса является самым доступным и часто незаменимым полуфабрикатом для производства некоторых видов бумаги. Она придает бумаге такие свойства, как хорошее восприятие краски, мягкость и непрозрачность. Однако бумага, содержащая древесную массу, быстро теряет механическую прочность в результате старения и со временем желтеет, поэтому она применяется для изданий с ограниченным сроком службы.

Древесная масса может быть получена из щепы путем истирания ее между вращающимися дисками машины (рис. 3), называемой рафинером (рафинерная древесная масса).

Бурая древесная масса. Особенность производства бурой древесной массы заключается в предварительном пропаривании балансов перегретым паром перед их обработкой на дефибрерах. Под действием перегретого (120° С) пара происходит размягчение и частичное растворение смол и лигнина, находящихся в древесине, что облегчает разделение древесины на волокна. В результате дефибрирования получается длиноволокнистая масса с

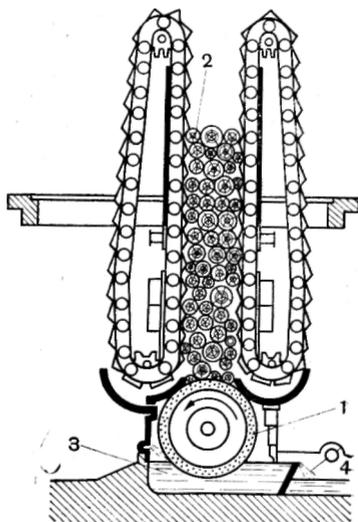


Рис. 2. Схема дефибрера

большей прочностью и эластичностью волокон. Однако растворенные смолы придают волокну темную, бурую окраску, не поддающуюся отбелке. Бурая древесная масса идет для изготовления переплетного картона и дешевой оберточной бумаги.

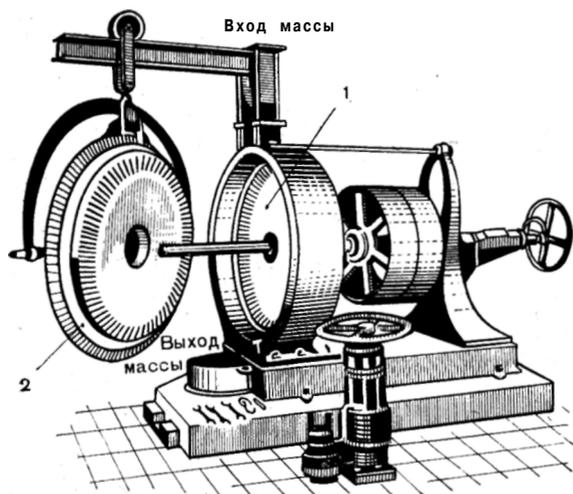


Рис. 3. Схема рафинера:  
1 — вращающийся камень, 2 — неподвижный камень

ный и длиноволокнистый полуфабрикат без пучков и обрывков волокон с выходом по волокну 85—90%. Применяемые реагенты являются побочными продуктами химического производства, поэтому химическая древесная масса значительно дешевле целлюлозы. Химическая древесная масса отличается пониженной белизной, но она легко отбеливается. Отбеленную химическую древесную массу применяют в некоторых видах печатной бумаги вместо более дорогой древесной целлюлозы.

**Термомеханическая древесная масса** — новый перспективный волокнистый полуфабрикат, получаемый при обработке щепы (отходы лесопильной и деревообрабатывающей промышленности) на дисковых мельницах, рафинерах.

Предварительно щепу выдерживают при повышенных температуре и давлении, после чего ее подают на дисковую мельницу для размола. В результате такой обработки происходит размягчение лигнина, и волокна легко фибриллируются. Получают прочный длиноволокнистый полуфабрикат, который позволяет значительно сократить или полностью исключить целлюлозу в производстве многих видов бумаги и картона. Термомеханическую массу обязательно подвергают отбелке.

Для производства термомеханической древесной массы может использоваться щепа самых различных пород деревьев: пихты, сосны, ели, березы, осины и др.

**Химическая древесная масса** — волокнистый полуфабрикат, получаемый путем истирания на рафинерах щепы, предварительно пропитанной раствором сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  или бисульфита натрия. В процессе пропитки древесина набухает, лигнин частично разрушается, что ослабляет связь между волокнами и уменьшает их жесткость. В результате облегчается процесс истирания щепы и получается более однородный

### *1.2.3. Полуцеллюлоза*

Полуцеллюлоза — это волокнистый полуфабрикат, полученный при непродолжительной варке древесной щепы в растворе соды или сульфита натрия. В результате происходит только частичное удаление лигнина, что обуславливает больший выход по волокну — до 65—85% вместо 45—50% при варке целлюлозы.

Полуцеллюлоза по своим свойствам занимает промежуточное положение между древесной массой и целлюлозой. В отличие от древесной массы полуцеллюлоза обладает волокнистым строением, большей мягкостью и гибкостью; она может частично или даже полностью заменить целлюлозу при изготовлении некоторых видов бумаги.

### *1.2.4. Другие виды целлюлозных волокон*

Целлюлоза может быть получена не только из древесины, но и из другого растительного сырья.

До разработки способа получения древесной целлюлозы единственным источником сырья для выработки бумаги были лен, хлопок, пенька. Получаемая из них бумага отличалась высокой прочностью, долговечностью. Однако в настоящее время это сырье находит ограниченное применение из-за высокой стоимости. Из всех перечисленных волокон сейчас применяют только хлопковый **линт**, который идет на изготовление высококачественной бумаги для документов, денежных знаков, а также писчей, картографической и др. Производство массы из хлопкового линта сводится к его сортировке, дезинфицированию и варке в растворах едкого натра NaOH, извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и др. Нити в дальнейшем разделяют на волокна, которые отбеливают и подвергают массному размолу.

Для изготовления бумаги может быть использована и целлюлоза, содержащаяся в соломе, стеблях кукурузы, тростника, камыша, бамбука и пр. В этих растениях содержится до 40% целлюлозы, и ее выделяют сульфатным способом.

Важный и дешевый источник сырья для бумажной промышленности — макулатура. Различают два вида макулатуры: 1) оборотный брак бумажных фабрик, который тут же используют для изготовления бумаги, и 2) брак и обрезки полиграфических, картонажных и других производств, а также старые газеты, книги, журналы. Макулатуру разваривают в щелочи, в результате чего из бумаги выводятся клеящие вещества, разрушается и частично обесцвечивается печатная краска. Макулатура, будучи вторичным сырьем, используется для изготовления оберточной бумаги, картона и некоторых видов печатной бумаги.

### *1.2.5. Отбелка полуфабрикатов*

Для повышения белизны волокнистые полуфабрикаты подвергают отбелке, т. е. химической обработке с целью разрушения и

удаления веществ, снижающих белизну. В качестве отбеливателей применяются различные окислители (хлор, соли хлорноватистой кислоты, двуокись хлора, перекись натрия, перекись водорода).

При отбелке целлюлозы преследуется цель: удаление лигнина путем его окисления до веществ легко растворимых в воде или щелочи при режимах, не вызывающих деструкцию целлюлозного волокна.

Наибольшего эффекта достигают, применяя многоступенчатый процесс отбелки. Например, отбелка сульфитной целлюлозы проводится в три стадии: 1) обработка хлором в условиях, вызывающих хлорирование лигнина; 2) обработка растворами щелочи для удаления растворимых хлорпроизводных лигнина; 3) обработка гипохлоритами для окисления окрашенных веществ. При отбелке сульфатной целлюлозы прибегают к дополнительной стадии — добелке двуокисью хлора.

Цель отбелки древесной массы — обесцвечивание лигнина, т. е. удаление хромоформных, придающих цвет, групп атомов без разрушения самого лигнина.

Полуцеллюлозу, химическую и термомеханическую древесную массу отбеливают окислителями — перекисями водорода и натрия. Разрушение красящих веществ может достигаться и восстановителями, например бисульфитом или гидросульфитом. В результате белизна волокон увеличивается с 50—56 до 80—85%.

Дефибрерную белую и бурую древесную массу не отбеливают.

### ***1.2.6. Нецеллюлозные волокна***

В последние годы для производства бумаги стали применять различные синтетические волокна. Получена бумага из полиэфирных и полиамидных волокон: капрона, лавсана, нитрона и др. Синтетические волокна отличаются высокой гидрофобностью (не воспринимают воду), поэтому при формировании листа они скрепляются между собой специальными связующими, а не в результате установления водородных связей, как у целлюлозных волокон.

Бумага из синтетических волокон обладает высокой механической прочностью, эластичностью. Она устойчива к действию щелочей, кислот, хорошо окрашивается различными красителями.

Представляют интерес синтетические волокна из винола. В отличие от других синтетических волокон они обладают меньшей гидрофобностью, лучше смачиваются водой. Это позволяет применять винол при производстве бумаги обычным способом. Бумага может быть получена как из одного винола, так и в смеси с целлюлозой.

Добавление в бумагу винола (3—5% от веса целлюлозного волокна) приводит к значительному повышению прочности бумаги.

Благодаря своим замечательным свойствам, бумага из синтетических волокон найдет широкое применение для печатания географических карт, документов, денежных знаков, изготовления переплетных крышек и другой продукции, предназначенной для длительного пользования.

## Глава 2.

### Производство бумаги

Производство бумаги — сложный и трудоемкий процесс; он складывается из следующих этапов:

- приготовление бумажной массы;
- отлив бумаги (процесс формирования бумажного листа);
- отделка бумаги.

Основной процесс бумагоделательного производства — формирование бумаги из волокнистого полуфабриката. Бумажный лист получают в результате удаления воды из бумажной массы, представляющей собой сильно разбавленную суспензию волокон в воде. Вода отфильтровывается через металлическую сетку, а волокна сближаются и переплетаются между собой. Чтобы лист был тонким, прочным, гладким и плотным, волокна должны быть соответствующим образом подготовлены. От этого зависят многие свойства и качество бумаги.

#### 2.1. Приготовление бумажной массы

Бумажной массой называют подготовленные для отлива волокнистые компоненты бумаги в виде водной суспензии, чаще всего в смеси с наполнителями, проклеивающими веществами и подцветкой.

Приготовление бумажной массы состоит из нескольких технологических операций, необходимых для придания бумаге нужных свойств:

- размол волокнистых полуфабрикатов;
- составление композиции бумаги — смешение различных волокнистых полуфабрикатов между собой в заданном соотношении;
- введение наполнителей;
- » проклеивающих веществ;
- » подцветки.

Разнообразия свойств различных видов бумаги при ограниченном ассортименте волокнистых полуфабрикатов достигают разной степенью помола (измельчение) волокон.

**Размол волокнистых полуфабрикатов.** Волокнистые полуфабрикаты, применяемые для производства бумаги, различаются формой, строением и размерами волокна, от чего зависят структура и свойства бумага.

Тонкие, гибкие, плотно прилегающие друг к другу волокна образуют более плотную, гладкую и прочную бумагу, а толстые волокна — рыхлую, пористую, шероховатую.

**Размол** заключается в механической обработке волокон в водной среде с целью: 1) расчленил комочки и сгустки волокон; 2) укоротить волокна; 3) расщепить (фибриллировать) их; 4) обеспечить их набухание и гидратацию.

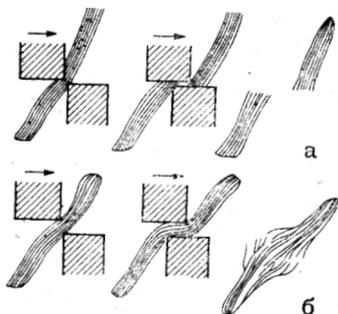


Рис. 4. Схема расположения ножей в размалывающем устройстве:

а — при садком размоле, б — при жирном размоле

Размолу подвергают волокна хлопкового лннта и древесной хвойной целлюлозы. Не размалывают волокна лиственной целлюлозы из-за их малых размеров, а также древесной массы, так как хрупкие волокна при размоле крошатся. Необходимая степень измельчения волокон древесной массы достигается в процессе дефибрирования и рафинирования.

Размол производят в размалывающих аппаратах (конические и дисковые мельницы, массные роллы и др.) в присутствии воды при концентрации волокна 2—8%. Независимо от типа размалывающих аппаратов принцип размола один и тот же и заключается в сле-

дующем. Проходя между ножами (рис. 4) ротора и статора (в конической мельнице) или между размалывающими ножами цилиндра и планки (в массном ролле), зазор между которыми можно регулировать, волокна укорачиваются и расчесываются с поверхности, расщепляются, т. е. фибриллируются.

Размол — наиболее важная операция в процессе подготовки бумажной массы. Фибриллированные волокна способны прочно сцепляться между собой и образовывать однородную по структуре, плотную бумагу. Степень помола можно регулировать. Для изготовления пористых, хорошо впитывающих видов бумаги волокна в процессе размола должны быть укорочены без расщепления в продольном направлении. Такой помол волокна, называемый садким, получается при помощи острых ножей, установленных на малом расстоянии друг от друга (0,1 мм).

Тупые ножи, установленные друг от друга, на сравнительно большом расстоянии (1 мм), небольшое давление, более высокая концентрация массы обеспечивают фибриллирование волокон с поверхности. Этот вид помола называют жирным.

От степени помола волокон зависят свойства бумаги. Садкий помол ведет к образованию рыхлого, пористого, непрозрачного листа с хорошей впитывающей способностью. В результате жирного помола получают сильно разработанные, фибриллированные волокна, которые, хорошо переплетаясь, образуют плотную, прочную бумагу, но ее прозрачность при этом увеличивается.

Размол волокон может быть осуществлен не только при про-

пускании их между ножами различных размалывающих аппаратов, но и в результате акустического, вибрационного и других воздействий.

### 2.1.1. Введение наполнителей

Наполнители представляют собой белые порошкообразные нерастворимые в воде минеральные вещества. В качестве наполнителей используют фракционированный (высокодисперсный, отбеленный) каолин, бланфикс, химически осажденный мел, двуокись титана и др. (табл. 2). Назначение наполнителя — придать бумаге более равномерную капиллярно-пористую структуру, повысить плотность и гладкость. Оттиск на бумаге, содержащей наполнитель, получается более четким, книжный блок более плотным, с ровным и чистым обрезом, что придает книге компактность, улучшает ее внешний вид. Чем выше коэффициент преломления наполнителя по сравнению с целлюлозой, тем меньше прозрачность бумаги. Благодаря высокому коэффициенту отражения наполнителя, повышается белизна бумаги.

Наиболее белую и непрозрачную бумагу получают при введении в бумажную массу двуокиси титана, однако применение этого наполнителя ограничено из-за его высокой стоимости. Чаще всего в бумажную массу для печатной бумаги вводят каолин и бланфикс.

О количестве введенного в бумагу наполнителя судят по зольности, т. е. по содержанию золы в бумаге после ее сжигания. Зольность выражают в процентах отношением веса золы к весу абсолютно сухой бумаги.

Нужно иметь в виду, что наполнители снижают прочность бумаги, так как, располагаясь между волокнами, ослабляют силы сцепления между ними. Но отрицательное влияние наполнителей уменьшается при сочетании их с синтетическими проклеивающими веществами (латекс СКС-65ГП, поливинилацетатная дисперсия и др.). Это позволяет увеличить предельное содержание наполнителя у обычной не мелованной бумаги с 23% до 28% без снижения прочности бумаги.

В бумагу вводят различное количество наполнителя. Мало-зольная бумага содержит меньше 6% наполнителя, средnezольная — от 6 до 18%, повышенной зольности — 18—23% и высокозольная — больше 23%.

Таблица 2

Свойства наполнителей и целлюлозы

Наименование вещества	Коэффициент отражения, %	Коэффициент преломления	Плотность, кг/м <sup>3</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Средний размер частиц, мкм
Каолин	80—86	1,56	2,6	1—4
Бланфикс	85—95	1,56	4,2	0,5—1,5
Двуокись титана	97—98	2,62	3,8	0,1—0,4
Целлюлоза белая	75—85	1,53	1,50	—

Введение в бумагу наполнителя позволяет экономить дорогой волокнистый материал и снизить стоимость бумаги.

### ***2.1.2. Введение проклеивающих веществ***

Целлюлозные волокна в силу своей молекулярной природы гидрофильны. Они хорошо смачиваются водой и впитывают ее, легко набухают и увеличивают размеры даже при поглощении влаги из воздуха. С целью повышения устойчивости бумаги к действию влаги в бумажную массу вводят гидрофобизирующие проклеивающие вещества. К гидрофобизирующим относятся канифоль, парафин и др. Для повышения прочности вводят связывающие проклеивающие вещества, например крахмал, казеин, которые благодаря молекулярному сродству с целлюлозным волокном увеличивают связь между волокнами и тем самым повышают прочность бумаги. Кроме того, связывающие проклеивающие вещества способствуют удержанию наполнителя в бумаге. Проклейка в массе заключается в смешении проклеивающего вещества с волокнистой массой. Чаще всего для этой цели применяют канифоль, как хороший гидрофобизатор. В процессе проклейки бумажной массы частички канифоли осаждаются на волокнах, защищая последние от действия влаги. Так как канифоль является дефицитным природным продуктом, то в последние годы ее стали частично заменять синтетическими смолами. Используют полиакриламид (ПАА), меламино-формальдегидные смолы (МФС) и др. Введение в бумажную массу полиакриламида не только повышает гидрофобность бумаги, но способствует лучшему удержанию наполнителя в бумажной массе. Меламино-формальдегидные смолы придают бумаге не только гидрофобность, но и влагопрочность, т. е. способность сохранять прочность при увлажнении.

Устойчивость бумаги к действию влаги оценивают степенью проклейки по чернильно-штриховому методу, заключающемуся в измерении наибольшей ширины нанесенного водными чернилами штриха, не расплывающегося на поверхности бумаги. Различают бумагу слабо проклеенную — со степенью проклейки 0,25—0,5 мм; средне проклеенную — 0,75—1,0 мм и высоко проклеенную — 1,25—1,75, мм. Но этот метод не дает полного представления о водостойкости бумаги. Так, МФС придает бумаге не только гидрофобность, но и влагопрочность, что не удается определить штриховым методом. Для оценки отношения бумаги к воде определяют ее деформацию (%) при увлажнении.

### ***2.1.3. Введение подцветки***

Для придания бумаге большей белизны в бумажную массу, кроме наполнителей, вводят небольшое количество синих и фиолетовых красящих веществ. Благодаря поглощению синими краси-

телями желтых лучей спектра, исчезает желтоватый оттенок волокон. Синие красящие вещества служат как бы светофильтром, поглощаям лучи желтой части спектра.

Значительно повышают белизину бумаги флуоресцирующие отбеливающие вещества, например бланкофор Р или белофор, которые, поглощая ультрафиолетовые лучи, излучают световую энергию с большей длиной волны в области видимой части спектра, что повышает количество отраженного света и делает бумагу более белой.

## 2.2. Отлив бумаги

Основная операция бумагоделательного производства — отлив, т. е. формирование из бумажной массы листа бумаги в результате отфильтровывания из нее воды и переплетения волокон между собой. По мере обезвоживания волокна сближаются, переплетаются и оседают на сетке, образуя лист.

Бумагоделательная машина состоит из четырех основных частей: сеточной, прессовой, сушильной и отделочной (рис. 5).



Рис. 5. Принципиальная схема бумагоделательной машины:

1 — напорно-распределительное устройство, 2 — сетка, 3 — отсасывающий ящик, 4 — отсасывающий гауч-вал, 5 — сушильные цилиндры, 6 — холодильные цилиндры, 7 — каландр, 8 — рулон бумаги

Процесс отлива заключается в следующем. Готовая бумажная масса поступает в машинный бассейн, откуда ее перекачивают в смесительное устройство, где разбавляют водой до концентрации волокна 0,1—0,3% (в зависимости от заданных толщины и массы 1 м<sup>2</sup> бумаги). Затем бумажная масса очищается, проходя через вихревые очистители, и поступает в напорно-распределительное устройство 1, из которого под определенным давлением выливается на сетку 2 бумагоделательной машины. Сетка в виде бесконечной ленты движется со скоростью от 5 до 20 м/с и соотрясается в поперечном направлении для более равномерного распределения волокон. В бумажной массе, движущейся с большой скоростью, происходит ориентация волокон в направлении движения сетки. Это обуславливает неодинаковую прочность бумаги в различных направлениях. Прочность бумаги всегда выше в машинном направлении (в направлении движения сетки). Непрерывный поток разбавленной бумажной массы постепенно обезвоживается сначала за счет свободного стекания воды, затем под действием вакуума, создаваемого в отсасывающих ящиках 3 и,

наконец, при помощи отсасывающего гауч-вала 4 в конце сетки. Бумажная масса превращается в полотно сырой бумаги.

Бумага имеет разную гладкость с каждой стороны полотна. На стороне, прилегающей к сетке, остаются следы от нее (маркировка), поэтому гладкость сеточной стороны бумаги всегда ниже гладкости верхней стороны. Неоднородна и плотность бумаги из-за неравномерного переплетения волокон и распределения наполнителя в толще бумаги.

Из сеточной части бумажное полотно, содержащее около 18—22% волокна, поступает в прессовую часть машины, где подвергается дальнейшему обезвоживанию и уплотнению. Содержание волокна при этом достигает 30—40%.

Таблица 3  
Основные стандартные размеры бумаги \*

Вид бумаги	Рулонная	Листовая
	ширина, мм	размеры, мм
Для книжно-журнальной продукции (для высокой, офсетной и глубокой печати)	600, 700, 840, 900, 1000, 1080, 1200, 1260, 1400, 1680	600×840, 600×900, 700×900, 700×1000, 700×1080, 750×900, 840×1080
Газетная	840, 1680, 600, 1260, 420	600×840, 600×420
Картографическая	600, 620, 720, 740, 780, 820, 840, 880, 930, 980, 1000	600×920, 620×940, 620×1000, 620×1100, 720×750, 720×1000, 720×1050, 720×1080, 720×1100, 930×1200, 420×700, 600×840, 700×840

\* По согласованию с потребителем допускается выпуск бумаги: рулонной шириной 360, 420, 640, 820, 1050, 1500, 1800 мм; дополнительно для глубокой печати шириной 460, 510, 520 мм и листовой размерами 600×1000, 610×860, 700×750, 800×1000, 900×1000, 920×1200 мм.

В прессовой части мокрое полотно бумаги, поддерживаемое сукнами, проходит между гладкими металлическими цилиндрами (рис. 5). Затем бумага высушивается, проходя через специальные сушильные цилиндры 5, охлаждается, огибая холодные цилиндры, и поступает в машинный каландр 7.

Каландр состоит из тяжелых металлических валов, лежащих друг на друге. Бумажное полотно, пропущенное сверху вниз между движущимися валами каландра, уплотняется, гладкость поверхности бумаги повышается. Бумага, прошедшая машинный каландр, приобретает машинную гладкость и затем наматывается на рулон 8.

В последние годы созданы более совершенные бумагоделательные машины с формированием бумажного полотна между двумя сетками. Наличие двух сеток, между которыми пропускают бумажную массу, позволяет получать бумажное полотно, обе сто-

роны которого обладают одинаковыми свойствами, что способствует получению идентичных оттисков при печати. Кроме того, за счет уменьшения зоны формирования бумажного полотна, на этих машинах достигается большая скорость работы.

Печатная бумага выпускается в рулонах и листах стандартных форматов (табл. 3).

Целлюлозно-бумажные комбинаты поставляют типографиям в основном рулонную бумагу. В типографиях переработка рулонной бумаги на листовую приводит к значительным ее потерям. В настоящее время перед целлюлозно-бумажной промышленностью поставлена задача полностью удовлетворять потребности полиграфических предприятий в листовой бумаге. Это позволит сократить сверхнормативные расходы бумаги в типографиях.

Один из источников экономии бумаги — правильная упаковка, аккуратная транспортировка и бережное ее хранение в специально оборудованных складских помещениях.

### 2.3. Отделка бумаги

К отделке бумаги относят операции дополнительной обработки ее поверхности, например лощение, поверхностную проклейку, окраску, нанесение покровного пигментного слоя (мелованье) и тиснение. Если нужно получить бумагу повышенной плотности и гладкости, с высоким лоском поверхности, то после предварительного увлажнения бумагу пропускают через суперкаландр. Суперкаландр, в отличие от машинного каландра, состоит из набивных бумажных (или суконных) валов, чередующихся с металлическими. Бумага проходит между валами под высоким давлением.

Лощение проводят при  $t$  71—82° С.

Благодаря наличию бумажных валов и обогреву металлических, бумага приобретает не только высокую гладкость, но и глянец, лоск. Поэтому бумагу, пропущенную через суперкаландр, называют глазированной.

Некоторые виды печатной бумаги подвергают поверхностной проклейке. Образующаяся клеевая пленка придает поверхности бумаги высокую прочность, предотвращает выщипывание волокон красками в процессе печатания, снижает пылимость бумаги.

Для поверхностной проклейки применяют крахмал и его модификации: окисленный, ацелированный и др. Особенно эффективна поверхностная проклейка некоторыми производными целлюлозы, например натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы (Na—КМЦ), которая образует на поверхности бумаги прочную гибкую пленку. Для поверхностной проклейки широко применяют поливиниловый спирт (ПВС) и каучуковые полимеры (латексы).

Специальная отделка требуется при изготовлении так называемой мелованной бумаги, представляющей собой бумагу-основу, на поверхность которой нанесена пигментно-клеевая суспензия. В качестве пигментов применяют каолин, бланфикс, мел, дву-

окись титана. Клеящими веществами служат казеин, желатин, латекс. Кроме того, в суспензию для мелования вводят подцветки, диспергаторы, антисептики, пеногасители.

Меловальная суспензия наносится на поверхность бумаги-основы при помощи воздушных шаберов, затем бумагу сушат и пропускают через суперкаландр. Меловой слой можно наносить однократно и многократно, с одной и двух сторон. При однократном меловании получают тонкую мелованную бумагу.

### Глава 3.

#### **Свойства бумаги для печати**

Бумага в процессе печатания испытывает самые разнообразные механические воздействия: сжатие, изгиб, растяжение, а в процессе пользования печатным изделием, кроме механических воздействий, бумага подвергается действию света, изменяющейся влажности и др. Все эти испытания бумага должна пройти без разрушения и сохраняться без изменения свойств в течение длительного времени, J

Свойства бумаги, которые обеспечивают нормальное проведение технологического процесса (печатание, брошюрование, отделка печатной продукции) называются технологическими. К ним относятся:

- ровность и гладкость поверхности, обеспечивающие контакт бумаги с формой;

- мягкость, т. е. способность бумаги сглаживаться под давлением;

- впитывающая способность, определяющая восприятие и закрепление краски на оттиске;

- механические свойства (прочностные и деформационные), благодаря которым бумага выдерживает различные воздействия в технологическом процессе;

- оптические характеристики: белизна, непрозрачность, глянец, определяющие контраст и правильную цветопередачу изображения.

Большое практическое значение имеют также потребительские свойства, т. е. те, которые определяют внешний вид печатной продукции и обеспечивают ее долговечность. К ним относятся:

- светонечность, т. е. устойчивость свойств бумаги при продолжительном действии света;

- устойчивость к изменению атмосферных условий (температура, влажность);

- механические и оптические свойства, которые являются как технологическими, так и потребительскими.

Для обеспечения выпуска высококачественной продукции в типографиях введена комплексная система управления качеством продукции (КСУКП), которой предусматривается обязательный

входной контроль соответствия свойств материалов Государственным стандартам (Нормативно-техническая документация).

На все виды печатной бумаги установлены технические показатели, соблюдение которых для бумагоделательных фабрик обязательно. Это, прежде всего: масса бумаги площадью  $1 \text{ М}^2$ , плотность (объемная масса), показатели прочностных свойств, характеризующих сопротивление бумаги разрыву и излому; гладкость поверхности, впитывающая способность, влажность, линейная деформация при увлажнении, оптические свойства — белизна и непрозрачность.

В настоящее время во ВНИИ полиграфии разработан ГОСТ на метод определения печатных свойств бумаги, что позволяет предопределить поведение бумаги непосредственно в процессе печатания. Сущность метода заключается в запечатывании образца бумаги на пробопечатном устройстве при заданном режиме печатания с последующим измерением красковосприятия, которое количественно характеризуется критической толщиной слоя краски на форме, соответствующей оптимальному значению величины оптической плотности оттиска  $D_{\text{отт}}$ , равной 1,4 для глазированной и высокоглазированной бумаги и 1,3 для бумаги машинной гладкости. Оценивается также однородность печати, просвечивание изображения на обратную сторону оттиска, скорость закрепления краски, стойкость поверхности бумаги к выщипыванию.

При поступлении бумаги в типографию ее вначале подвергают визуальной контроле. Проверяют формат, прямоугольность обреза, определяют направление волокон (направление отлива) в листе, верхнюю и сеточную сторону. У бумаги машинной гладкости с сеточной стороны обычно видна маркировка сетки бумагоделательной машины. Структуру бумаги оценивают при рассмотрении листа в проходящем свете. При этом можно обнаружить различное распределение волокон: на одних участках — сгустки, на других — просветы. Неравномерный просвет бумаги характеризуется как размерами сгустков волокон, так и их распределением. Просвет бумаги должен быть равномерным.

При внешнем осмотре бумаги можно обнаружить следующие дефекты: залощенные полосы, пятна, складки, морщины, дырчатость, волнистость, сорность и др. Бумагу с обнаруженными дефектами отбирают, взвешивают и определяют процент брака от общего количества просмотренной бумаги. Брак не должен превышать в партии\* печатной бумаги № 1 — 1%, бумаги № 2 и № 3 — 2%.

Несоответствие бумаги стандартам может привести к сверхнормативным отходам и простоям оборудования, что понижает экономическую эффективность работы предприятия.

\* За партию принимают любое количество бумаги одного наименования с одинаковыми качественными характеристиками, сопровождаемое одним документом о качестве.

Рассмотрим основные характеристики бумаги, которые влияют на ее технологические и потребительские свойства.

### 3.1. Размерные показатели бумаги

Важнейшие размерные показатели бумаги — толщина и масса бумаги площадью  $1 \text{ м}^2$ .

Толщина бумаги зависит от количества бумажной массы, подаваемой на сетку бумагоделательной машины, ее концентрации и скорости движения сетки. Бумага неоднородна по толщине (рис. 6), и при ее измерении получают усредненные значения.

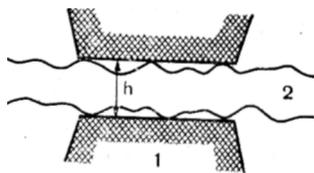


Рис. 6. Измерение толщины бумаги толщиномером:

1 — плоскости толщиномера, 2 — бумага

Толщина оказывает существенное влияние на многие свойства бумаги. Например, при прочих равных условиях с увеличением толщины растут прочность бумаги, непрозрачность, деформация сжатия и др.

Для печати применяют бумагу толщиной от 0,04 до 0,25 мм. Чем тоньше бумага, тем плотнее, компактнее книжный блок. Качество печати в значительной мере зависит от однородности толщины бумаги в листе, кипе, рулоне. Отклонения по толщине приводят к дефектам печати, например непропечаткам на оттиске.

Толщина бумаги влияет на массоемкость издания и на экономические показатели, например, от нее зависит толщина корешка книжного блока, а следовательно, и расход всех переплетных материалов.

Допустим, печатается книга объемом 25 печ. л., форматом  $840 \times 1080/32$ , в каждой тетради 32 с, т. е. 16 листов.

При толщине бумаги 100 мкм толщина корешка книжного блока равна 4 см ( $100 \text{ мкм} \times 16 \times 25 \times 10^{-4}$ ). При толщине бумаги 150 мкм толщина блока увеличивается до 6 см.

Высота корешка 20,5 см, а с учетом припуска ткани на загиб — 23 см. На корешок каждого блока из бумаги толщиной 150 мкм потребуется ткани больше на  $0,0046 \text{ м}^2$  ( $2 \text{ см} \times 23 = 46 \text{ см}^2 = 0,0046 \text{ м}^2$ ).

При тираже в 200 тыс. экз. перерасход ткани составит:  $0,0046 \text{ м}^2 \times 200\,000 = 920 \text{ м}^2$ .

Если 1 м ледерина стоит 1 руб., перерасход в денежном выражении составит 920 руб. (без учета других материалов: картона, марли, клея, каптала).

Другой важный показатель — масса бумаги площадью  $1 \text{ м}^2$ . При одинаковом составе и одинаковой степени каландрирования

масса квадратного метра бумаги пропорциональна усредненной толщине листа.

Бумагу для печати выпускают массой  $1 \text{ м}^2$  от 30 до 300 г. Материал с массой больше  $300 \text{ г/м}^2$  называют картоном.

Показатель массы  $1 \text{ м}^2$  распространен в связи с укоренившейся практикой планирования и учета потребления бумаги в весовых единицах, что, однако, расходится с практикой учета потребления бумаги типографиями и выпуска печатных изделий в листах (печатные листы).

С целью совершенствования учета бумаги Госкомиздатом СССР в 1978 г. было принято постановление «Об изменении порядка учета бумаги на полиграфических предприятиях и составлении и утверждении отчетов о расходе бумаги», которым предусмотрен учет бумаги в двойном исчислении — в и тоннах.

Это позволит нормализовать взаимоотношения между поставщиками бумаги и полиграфическими предприятиями, а также повысит ответственность изготовителей бумаги в соблюдении требований, предусмотренных стандартом.

Действующие стандарты допускают отклонения в показателе массы  $1 \text{ м}^2$  печатной бумаги  $\pm 3\text{—}5\%$ .

Завышение массы  $1 \text{ м}^2$  приводит к перерасходу бумаги. Поэтому нужно строго контролировать соответствие массы  $1 \text{ м}^2$  ГОСТу.

Размерные показатели (толщина, масса  $1 \text{ м}^2$ ) являются основными при расчете необходимого количества бумаги на издание, а также при различных перерасчетах в процессе ее приемки от поставщика. Например, если бумага доставляется в рулонах, бывает необходимо определить длину всей ленты, чтобы знать, сколько оттисков можно на ней получить. Для этого нужно знать массу рулона, массу  $1 \text{ м}^2$  бумаги и ширину рулона. По массе рулона можно также рассчитать массу  $1 \text{ м}^2$  бумаги, число листов заданного формата, полученных из рулона.

Для расчета пользуются следующими формулами.

1. Определение веса стопы листовой бумаги (1000 листов) данного формата по массе  $1 \text{ м}^2$ :

$$P = a \cdot b \cdot g,$$

где  $P$  — вес стопы, кг;

$a$  — длина листа, м;

$b$  — ширина листа (рулона), м;

$g$  — масса  $1 \text{ м}^2$ , г.

2. Определение длины бумажной ленты в рулоне по массе рулона:

$$L = \frac{F \cdot 1000}{bg},$$

где  $L$  — длина бумажной ленты, м;

$F$  — масса рулона без гильзы, кг.

3. Определение площади бумажной ленты в рулоне по массе рулона:

$$S = \frac{F \cdot 1000}{g},$$

где  $S$  — площадь бумаги,  $\text{м}^2$ .

4. Определение числа листов бумаги, нарезанных из рулона по заданному формату, по массе рулона и массе  $1 \text{ м}^2$ :

$$B = \frac{F \cdot 1000}{a \cdot b \cdot g},$$

где  $B$  — число листов бумаги.

5. Определение длины бумажной ленты в рулоне по толщине бумаги, диаметру рулона и диаметру втулки:

$$L = \left( \frac{D^2 - d^2}{4h} \right) \cdot \frac{\pi}{1000},$$

где  $D$  — диаметр рулона, мм;

$d$  — наружный диаметр втулки, мм;

$h$  — толщина бумаги, мм;

$\pi$  — отношение длины окружности к диаметру, равное 3,14.

6. Определение колич

$$Q = \frac{\tilde{a} \cdot b \cdot g \cdot O \cdot T \cdot K}{2 \cdot 1000},$$

где  $Q$  — количество бумаги на издание, кг;

$O$  — объем издания, физ. печ. л.;

$T$  — тираж, экз.;

коэффициент отхода бумаги (1,01—1,10), учитывающий неизбежные производственные потери бумаги; зависит от тиража и красочности издания. Он тем больше, чем меньше тираж и выше красочность;

2 — переводной коэффициент печатных листов в бумажные;

1000 — коэффициент перевода массы в кг.

При расчете необходимого количества бумаги для печатания следует учитывать нормы на технические отходы бумаги.

Нормы отходов рассчитаны для бумаги, отвечающей стандартам, они не учитывают обрезки, образующиеся при раскрое из-за несоответствия формата бумаги формату печатной продукции. При печатании на бумаге второго сорта к норме отходов добавляется еще 0,1% от общего расхода бумаги на тираж. В табл. 4 приведены некоторые нормы на технические отходы бумаги\* для основных видов изданий при печатании способами высокой, офсетной и глубокой печати.

Одна из основных задач инженера-экономиста — обеспечить условия экономного расходования бумаги и снижения техниче-

\* Нормы отходов на технические нужды производства. М., 1976.

Таблица 4

## Некоторые нормы (укрупненные) на технические отходы бумаги при печати

Вид печати, тип машины, характер продукции	Тираж, тыс. экз.	Норма* отходов, %
Высокая печать	500—25	
Печатание газет на ротационных машинах в одну краску		4,1—6,5
в две краски	20—2,5	4,5—7,6
Печатание газет на плоскочечатных машинах в одну краску		1,6—4,2
в две краски	50—1,0	2,8—5,2
Печатание книжно-журнальной и изобразительной продукции на плоскочечатных и тигельных машинах		
однокрасочная печать	30—1,0	0,9—2,7
I группа сложности **		1,0—3,6
II группа сложности ***	30—1,0	1,1—3,7
III группа сложности ****		0,5—2,0
многокрасочная печать	100—50	1,0—4,0
I группа сложности		1,5—5,0
II »	30—10	1,9—6,0
III »		3,1—3,3
IV группа сложности *****	100—50	3,3—3,5
Печатание на листовых ротационных машинах однокрасочная печать		3,5—3,7
I группа сложности	30—10	0,9—2,0
II »		1,1—2,2
III »	250—50	1,4—2,5
Печатание на рулонных машинах однокрасочная печать		2,1—2,6
текстовая	250—50	2,2—2,8
иллюстрационная		3,2—4,4
двухкрасочная печать	50—10	3,5—4,8
текстовая		0,8—1,3
иллюстрационная	25—10	1,2—1,7
Офсетная печать		0,8—1,0
Печатание газет на малых многокрасочных рулонных машинах	25—10	0,9—1,2
I группа сложности		1,3—1,7
II »	25—10	0,6—0,8
III »		0,9—1,2
Печатание на листовых машинах (формат бумаги до 840×1080 мм):	25—10	На каждый краскооттиск
однокрасочных односторонних		0,4—0,6
I группа сложности	25—10	0,6—0,8
II »		0,9—1,2
III »	25—10	0,4—0,6
двухкрасочных		0,6—0,8
I группа сложности	25—10	0,9—1,2
II »		
III »		

Вид печати, тип машины, характер продукции	Тираж, тыс. экз.	Норма* отходов, %
Печатание на двух- и четырехкрасочных листовых машинах (формат бумаги 900×1200 мм и более)	25—10	На каждый краскооттиск
I группа сложности		0,7—0,9
II       »		0,9—1,1
III       »		1,1—1,4
Печатание на листовых машинах на мелованной бумаге		
двухкрасочных	25—5	
I группа сложности		1,2—1,6
II       »		1,4—2,0
III       »		1,6—2,2
четырёхкрасочных	25—5	
I группа сложности		1,0—1,4
II       »		1,2—1,8
III       »		1,4—2,0
Глубокая печать		
Печатание на листовых машинах		
Однокрасочная печать	—	
I группа сложности		1,0
II       »		2,0
III       »		3,5
Многокрасочная печать		
На однокрасочных машинах	—	
I группа сложности		0,8
II       »		1,8
III       »		3,2
На многокрасочных машинах	—	
I группа сложности		1,7
II       »		2,3
III       »		3,5
Печатание на рулонных машинах		
Однокрасочная печать	—	
I группа сложности		1,8
II       »		2,5
Многокрасочная печать	—	
I группа сложности		0,8
II       »		1,7
III       »		2,5

\* Пределы норм отходов указаны для разного тиража изданий: нижний предел соответствует большому тиражу, верхний — малому.

\*\* I группа СЛОЖНОСТИ — работы с простыми штриховыми и растровыми элементами, занимающими до 25% площади печатного листа, например обложки, этикетки.

\*\*\* II группа сложности — СЛОЖНЫЕ штриховые работы с мелкими графическими деталями, одно- и многокрасочные растровые работы с наложением и совмещением более двух красок, например книжно-журнальные текстовые работы, наглядные и учебные пособия, иллюстрации.

\*\*\*\* III группа СЛОЖНОСТИ — высокохудожественные многокрасочные работы со сложным сочетанием цветов и градационных переходов, например портреты, репродукции музейных картин.

\*\*\*\*\* IV группа сложности — высокохудожественные трех- и четырехкрасочные работы с высокой точностью воспроизведения, например иллюстрации в энциклопедические и редкие специальные издания.

ских отходов. Следует избегать использования бумаги завышенной массы, на листовых машинах необходимо использовать листовую бумагу, так как переработка в типографиях рулонной бумаги в листовую приводит к большим потерям. Большое значение имеет хорошая упаковка бумаги, хранение ее в специально приспособленных складских помещениях, организация нормальных условий при погрузке, транспортировке и выгрузке бумаги.

Рассмотрим пример расчета расхода бумаги формата 840 × 1080 мм на печатание книги объемом 10 печ. л., тиражом 100 тыс. экз. при использовании бумаги массой 1 м<sup>2</sup> 1) 70 г и 2) 60 г.

Технические отходы в данном случае составят 2,2% (см. табл.

Таким образом, применение бумаги с меньшей на 10 г массой уменьшит ее расход на 4430 кг.

Для расчета стоимости бумаги в табл. 6 приведены цены на основные виды печатной бумаги\*. Цены на бумагу устанавливают исходя из многих факторов: массы 1 м<sup>2</sup>, состава бумаги, качества ее отделки (машинной гладкости, глазированной, мелованная); вида (листовая или рулонная) и т. д. На бумагу 2-го сорта дается 5% скидки.

### 3.2. Структура бумаги

Важнейшими характеристиками структуры являются плотность и пористость бумаги.

Плотность определяют отношением массы листа бумаги к его объему и выражают в г/см<sup>3</sup>.

Для различных видов бумаги плотность колеблется в пределах от 0,5 г/см<sup>3</sup> — для рыхлых, пористых и до 1,2 г/см<sup>3</sup> — для сильно уплотненных видов бумаги.

Плотность бумаги зависит от вида и степени помола волокна, количества наполнителя, от степени каландрирования бумаги и др. Так, бумага из древесной целлюлозы жирного помола имеет более высокую плотность, чем из древесной массы. Жирный помол волокна, наполнители, каландрирование увеличивают плотность бумаги.

Пористость (наличие межволоконных пространств) бумаги косвенно связана с плотностью. Чем больше плотность бумаги, тем меньше ее пористость.

Хорошо фибриллированные целлюлозные волокна жирного помола, наполнители и каландрирование снижают пористость бума-

\* Прейскурант № 08—01. Оптовые цены на продукцию целлюлозно-бумажной промышленности. М., 1980.

ги; садкий помол волокон, наличие в бумаге древесной массы увеличивают пористость.

Высокая пористость бумаги обеспечивает хорошую впитывающую способность и, следовательно, влияет на скорость закрепления краски, но в то же время в результате сильного впитывания краски оттиски получаются менее контрастными, менее насыщенными.

На более плотной, менее пористой бумаге достигается более высокая четкость изображения.

**Неоднородность структуры бумаги.** Бумага является капиллярно-пористым неоднородным материалом. Неоднородность бумаги обусловлена многокомпонентностью ее состава и особенностями технологии изготовления. В процессе дефибрирования древесины и размола целлюлозы получают волоконца разных размеров. Сами волокна распределяются в толще листа также неравномерно, образуя более или менее плотные участки, которые хорошо видны при рассматривании бумаги «на просвет». Неравномерно и распределение частиц наполнителя в толще листа. Содержание наполнителя с сеточной стороны на 15—18% меньше, чем с верхней.

Неоднородность структуры бумаги оказывает влияние на многие ее свойства. Так, бумага имеет неравномерную толщину, различную гладкость и впитывающую способность с верхней и сеточной сторон листа, разную прочность в машинном и поперечном направлениях и др. Неоднородность свойств бумаги ухудшает ее качество и вызывает большие трудности в работе с ней.

Государственные стандарты нормируют допустимые отклонения показателей свойств, которые должны соблюдаться изготовителями бумаги.

### 3.3. Характеристика поверхности бумаги

**Гладкость**—основное свойство бумаги, характеризующее ее поверхность. Гладкая бумага обеспечивает полный контакт с поверхностью жесткой печатной формы, к которой бумага прижимается под определенным давлением. От полноты контакта бумаги с формой зависит точность воспроизведения элементов изображения. Таким образом, чем выше гладкость поверхности бумаги, тем больше ее разрешающая способность, т. е. возможность воспроизведения на ней самых мелких деталей изображения, а следовательно, выше качество печати. На очень гладкой поверхности полная пропечатка всех элементов изображения может быть достигнута при минимальном давлении.

Получить бумагу с абсолютно гладкой поверхностью невозможно. Поверхность бумаги всегда имеет микронеровности, образующиеся в процессе ее изготовления в результате переплетения волокон и наличия частичек наполнителя на ее поверхности. Плохое измельчение и скопление волокон, а также случайные грубые включения образуют макронеровности. Кроме того, на стороне

листа, обращенной к сетке бумагоделательной машины, остаются следы сетки, что увеличивает шероховатость сеточной стороны бумаги.

Иногда размеры неровностей на поверхности бумаги соизмеримы с размерами печатающих элементов, а иногда и значительно больше их. В этом случае при печатании между бумагой и печатающими элементами не будет полного контакта, что вызовет на отдельных участках потерю элементов изображения, т. е. непропечатку.

Гладкость бумаги значительно повышается при введении наполнителя и особенно при нанесении на ее поверхность в процессе мелования покровного пигментного слоя, который закрывает неровности бумаги-основы. Только на высокогладкой мелованной бумаге могут быть воспроизведены мелкие печатающие элементы с высоколинейтурных форм.

Для оценки гладкости бумаги применяют пневматический прибор Б-1. Условной характеристикой гладкости служит время в с, необходимое для прохождения 10 мл воздуха между поверхностью бумаги и полированной поверхностью стеклянного кольца площадью в 10 см<sup>2</sup> при среднем вакууме в приборе 506,5 гПа (0,5 атм), при давлении на бумагу в 980,6 гПа (1 кг/см<sup>2</sup>). Гладкость, измеренная этим прибором, находится в следующих пределах: для бумаги машинной гладкости — от 30 до 100 с; глазированной — от 150 до 300 с; высокоглазированной от 350 до 550 с; высокоглазированной мелованной — до 2000 с.

Хорошее качество печати может быть достигнуто и на не очень гладкой бумаге, но под определенным давлением, когда в процессе печатания происходит сжатие бумаги и выравнивание ее поверхности. Гладкость, определенная под давлением, называется *эффективной* или печатной гладкостью. Сглаживание поверхности бумаги в момент ее контакта с печатной формой увеличивает разрешающую способность бумаги, улучшает точность воспроизведения оригинала, увеличивает переход краски с формы на бумагу. Следовательно, качество печати зависит не только от первоначальной гладкости поверхности бумаги, а и от эффективной гладкости, т. е. способности бумаги деформироваться под давлением.

#### 3.4. Механические свойства бумаги

Механические свойства проявляются в реакции материала на механические воздействия. Под действием приложенного напряжения материал может или деформироваться (изменять форму) без разрушения, или испытывать разрушение, если приложенное напряжение больше предела прочности. Таким образом, механические свойства объединяют две группы свойств:

- прочностные свойства, характеризующие сопротивление материала разрушению при механических воздействиях,
- деформационные свойства, характеризующие деформируемость материала без разрушения.

### 3.4.1. Прочностные свойства

Прочность бумаги, т. е. ее сопротивление разрушению при механических воздействиях — важная характеристика, определяющая возможность использования бумаги в печатных и других машинах и обеспечивающая сохранность и долговечность готовых печатных изделий. Прочность бумаги имеет и большое экономическое значение.

Например, при печатании газет из-за недостаточной прочности бумаги может произойти обрыв бумажного полотна. Проводка бумаги в машине занимает не менее 15 мин. За это время простоя печатной машины, работающей со сравнительно невысокой скоростью (20 000 об/ч), можно отпечатать 20 000 экз. газет (за один оборот выходят четыре четырехполосные газеты).

Таким образом, недостаточная прочность бумаги приводит к непроизводительным простоям печатных машин. Кроме того, низкая прочность бумаги заставляет снижать скорость печатания.

Прочностные свойства бумаги зависят от ее состава и структуры. При механическом воздействии на бумагу возможно разрушение самих волокон, но более вероятно нарушение связей между ними. Поэтому прочность бумаги, как правило, определяется не прочностью самого волокна, а прочностью связей между волокнами.

Расщепление, фибриллирование волокон в процессе их размола способствует увеличению числа связей между волокнами и, следовательно, повышению прочности бумаги. Частицы наполнителя, располагаясь между волокнами, служат как бы «распорками» и ослабляют эти связи. Различные проклеивающие вещества по-разному влияют на прочность. Гидрофобные (например, канифоль), не имеющие сродства с целлюлозными волокнами, образуют хрупкие, легко разрушающиеся связи. Гидрофильные проклеивающие вещества, близкие по молекулярной природе к волокну (например, крахмал), повышают прочность бумаги. Увлажнение бумаги приводит к резкому снижению ее прочности.

Прочность бумаги зависит от ее структуры и поэтому неоднородна в различных направлениях листа. Прочность на разрыв в машинном направлении может в несколько раз превышать прочность на разрыв в поперечном направлении. Прочность зависит от толщины бумаги: при сравнении бумаги одного состава, но разной толщины более толстая оказывается более прочной.

Для испытания прочностных свойств бумаги применяют различные методы, воспроизводящие условия различных стадий технологического процесса при изготовлении полиграфической продукции. Значения этих показателей условны и зависят от способа их определения.

Прочность бумаги на разрыв и удлинение при растяжении характеризуются усилием (в Н), необходимым для разрыва полоски бумаги стандартной ширины (15 мм), и измеряется на специальном приборе — динамометре. По ГОСТу проч-

ность бумаги на разрыв определяется разрывной длиной. Это расчетная длина такой полоски бумаги в метрах, при которой она разрывается от собственного веса, будучи свободно подвешенной за один конец.

Разрывную длину  $L$  можно рассчитать, зная усилие, при котором разрывается полоска бумаги определенной ширины:

$$L = \frac{Q}{b \cdot g},$$

где  $Q$  — разрывное усилие, г;  
 $g$  — масса 1 бумаги, г;  
 $b$  — ширина полоски, м.

Так как вес бумаги пропорционален толщине (при условии неизменной плотности бумаги), то, заменив в знаменателе вес на ее толщину, получим значение предела прочности:

$$P_{\text{пр}} = \frac{Q}{b \cdot h},$$

где  $h$  — толщина бумаги.

Таким образом, разрывная длина является условной характеристикой предела прочности и, будучи величиной, независимой от толщины бумаги, характеризует общую прочность структуры бумаги. Показатель разрывной длины введен в стандарт изготовителями бумаги и позволяет контролировать процесс изготовления бумаги, определять влияние отдельных факторов (вид волокна, степень помола, количество наполнителя, проклейки и др.) на прочность структуры бумаги.

Важным показателем, предопределяющим поведение бумаги при растяжении, является относительное значение удлинения ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

где  $l_0$  — первоначальная длина;  
 $l$  — длина в момент разрыва.

На практике возможны случаи, когда менее прочная, но склонная к большому растяжению бумага оказывается не поврежденной и, наоборот, более прочная, но жесткая бумага рвется в бумагопроводящей системе ротационной печатной машины.

Прочность бумаги на излом играет большую роль в процессе использования полиграфической продукции. Особенно важен этот показатель для бумаги картографической, обложечной, форзацной, документной, предназначенной для изготовления крупноформатных вклеек, вкладок, которые при использовании подвергаются многократным перегибам при складывании. Прочность на излом характеризуется числом двойных перегибов на  $180^\circ$ , выдерживаемых бумагой без разрушения, и определяется на приборе — фальцере. Полоску бумаги подвергают многократному изгибанию металлической планкой, имитируя многократно повторяющийся процесс фальцовки.

Прочность бумаги на надрыв имеет важное значение для рулонной бумаги, особенно при печатании газет на быстроходных ротационных машинах, когда нередко происходит обрыв бумажного полотна из-за недостаточного сопротивления кромки надрыву. Прочность бумаги на надрыв можно определить на динамометре, зажимая образец бумаги с перекосом. Тогда растягивающее усилие распределяется не равномерно по всему сечению полоски бумаги, а концентрируется на натянутой кромке.

Прочность поверхности бумаги к истиранию важна при печатании на быстроходных рулонных машинах. При трении о металлические детали бумагопроводящей системы мелкие волокна и частички наполнителя могут отделяться от поверхности бумаги, образуя бумажную пыль, которая загрязняет печатную форму, красочный аппарат и понижает качество печатной продукции.

Прочность бумаги к истиранию повышается при поверхностной проклейке. Контролируют истирание весовым методом, определяя потери в массе бумаги в стандартных условиях истирания и выражая их в процентах по отношению к первоначальной массе листа бумаги.

Если поверхность бумаги недостаточно прочна, то может происходить «выщипывание» волокон, т. е. разрушение поверхностного слоя бумаги при печатании липкими красками. «Выщипывание» наблюдается и у мелованной бумаги в результате срыва покровного слоя.

Прочность бумаги на выщипывание характеризуется скоростью работы пробопечатного устройства, при которой начинается разрушение поверхности бумаги. Оттиск получают специальным препаратом с определенным значением липкости.

### **3.4.2. Деформационные свойства**

Деформационные свойства являются важнейшей характеристикой печатной бумаги, предопределяющей ее поведение при печатании и выполнении других технологических операций. Под действием нагрузки, приложенной к бумаге, последняя деформируется. При этом характер деформации может быть различным в зависимости от значения приложенной нагрузки и времени ее действия. Деформационные свойства бумаги проявляются на всех стадиях технологического процесса; разрушение бумаги происходит после деформации.

В бумаге, как в типично твердом материале, могут проявляться упругие и эластические деформации.

Упругость—способность к обратимым деформациям, возникающим под действием напряжения (нагрузки)  $P$  и мгновенно исчезающим при снятии нагрузки. Для идеально упругих тел соотношение между напряжением и относительной деформацией описывается законом Гука:

$$P = E_{\text{упр}} \cdot \epsilon,$$

где  $E_{\text{упр}}$  — модуль упругости.

Типично упругие материалы характеризуются малым значением деформации 1%. Это объясняется тем, что деформация твердых тел происходит в результате растяжения валентных связей и преодоления сил ионного и молекулярного притяжения, которые действуют на небольших расстояниях и резко убывают с увеличением расстояний между частицами, что приводит к разрушению материала.

Модуль упругости  $E_{упр}$  характеризует сопротивление материала деформированию. Чем большее напряжение требуется для деформации на одно и то же значение, тем больше модуль, тем больше жесткость материала.

Модуль упругости стали — типично упругого материала — достигает  $9,8 \cdot 10^8$  гПа ( $10^6$  кгс/см<sup>2</sup>).

Эластичность — это способность к большим обратимым деформациям при действии небольших напряжений. Эластичность присуща высокомолекулярным соединениям с линейным строением макромолекул, состоящих из цепочек макромолекул, которые в свободном, ненапряженном состоянии свернуты в клубок. Молекула непрерывно изгибается и принимает различные пространственные формы, называемые конформациями (рис. 7). Под действием напряжения макромолекула растягивается, и, чем больше нагрузка, тем больше значение относительной деформации ( $\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0}$ ). Каж-

дому значению приложенного напряжения соответствует равновесная степень растяжения, отсюда пропорциональная, подобная закону Гука, зависимость между значением деформации и напряжением:

$$P = E_{эл} \cdot \epsilon.$$

Но модуль эластичности значительно меньше модуля упругости. Объясняется это тем, что эластичный материал деформируется значительно легче упругого, так как преодолевается не энергия химических связей, а значительно меньшая энергия теплового движения. Поэтому типичные эластичные материалы (например, каучук) под действием даже небольших нагрузок способны значительно деформироваться. Относительная деформация достигает ~1000%, т. е. размер может измениться в десять раз.

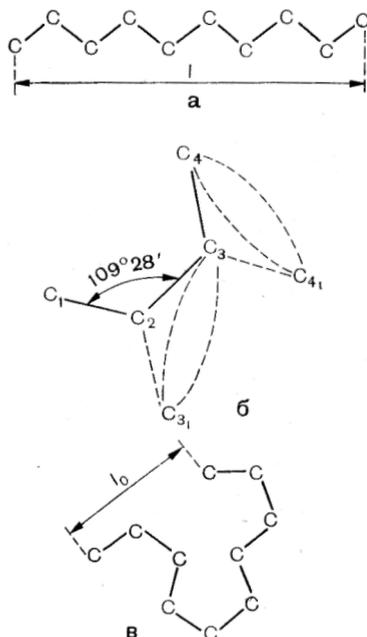


Рис. 7. Схема изгибания молекулярных цепей линейного строения: а — вытянутая конформация, б — вращение вокруг валентных связей, в — одна из изогнутых конформаций

Модуль эластичности каучука имеет значение  $\sim 980,6$  гПа ( $1 \text{ кгс/см}^2$ ), т. е. в  $10^6$  раз меньше, чем у стали. Таким образом, эластичный каучук деформируется в миллион раз легче, чем упругая сталь.

Эластическая деформация нарастает под действием нагрузки, а также спадает после разгрузки постепенно, а не мгновенно в отличие от упругой, так как требуется время для достижения равновесной степени растяжения, а затем свертывания макромолекулы

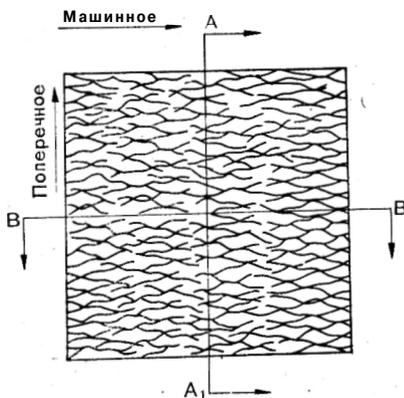
в клубок. Но как и упругая, эластическая деформация является полностью обратимой, т. е. после снятия нагрузки происходит полное восстановление первоначальных размеров и формы.

Особенность деформационных свойств бумаги. Бумага для печати на различных этапах технологического процесса (печатание, фальцовка, тиснение и др.) испытывает самые различные механические воздействия: сжатие, растяжение, изгиб.

При этом значение напряжения, вызывающего деформацию, и время воздействия также различны.

Бумага — материал с крайне неоднородной структурой. Из-за

Рис. 8. Ориентация волокон в машинном и поперечном направлениях



неоднородности структуры в машинном и поперечном направлениях, в ней проявляются различные деформационные свойства. Еще более существенно они различаются в зависимости от условий деформирования (сжатие, растяжение), и от значения приложенного напряжения.

В условиях растяжения бумага оказывает большое сопротивление, ее удастся растянуть только на  $1-2\%$ , при этом модуль растяжения составляет  $\sim 9,8 \cdot 10^6 - 9,8 \cdot 10^7$  гПа ( $10^4 - 10^5$  кгс/см $^2$ ), т. е. значения, близкие модулю упругости стали. Таким образом, при растяжении бумага ведет себя как жесткий упругий материал. Жесткость бумаги различна в зависимости от направления отлива (рис. 8). В машинном направлении из-за большого числа волокон и связей между ними бумага более жесткая, модуль растяжения на несколько порядков больше, чем в поперечном направлении. При сжатии достигается значительно большая относительная деформация —  $10-30\%$  за счет пористой структуры бумаги. В результате модуль сжатия по сравнению с модулем растяжения значительно меньше и составляет  $9,8 \cdot 10^3 - 9,8 \cdot 10^4$  гПа ( $10 - 10^2$  кгс/см $^2$ ).

Деформационные свойства бумаги играют важную роль в различных полиграфических процессах. Для оценки поведения бума-

ги в процессе печатания и в брошюровочно-переплетных процессах важно знать характер ее деформирования в различных условиях. Во время печатания, когда бумага находится между печатным цилиндром и формой, она испытывает значительное действие давления. В результате возникает деформация сжатия, за счет которой сглаживаются неровности поверхности бумаги. Кроме того, в высокой печати при вдавливании элементов формы в бумагу одновременно со сжатием происходит растяжение бумаги. Эти местные растяжения бумаги при вдавливании в нее печатающих элементов жесткой формы, приводят к образованию обратного рельефа. После прекращения контакта бумаги с формой образующийся рельеф может исчезнуть, если в бумаге возникли только упругоэластические деформации. Образование значительного рельефа, т. е. возникновение остаточных деформаций в этом случае недопустимо, потому что он затрудняет печатание с обратной стороны листа. Следовательно, в процессе печатания в бумаге должны возникать только обратимые упругоэластические деформации.

В офсетной печати допускается применение более жесткой бумаги, так как неровная поверхность жесткой бумаги вступает в хороший контакт с легко деформирующейся резинотканевой пластиной, и пропечатка на жесткой бумаге достигается за счет деформации пластины. Поэтому офсетным способом можно печатать на различных жестких поверхностях: металле, пластмассе, дереве и др.

В брошюровочно-переплетных процессах при фальцовке оттисков, обжиме блока и др. необходимо, чтобы в бумаге проявилась остаточная деформация, которая развивается в результате уплотнения структуры и частичных местных разрушений волокон, что обеспечивает большую устойчивость фальца, более компактный блок и устойчивое рельефное изображение. Для достижения значительной остаточной деформации образцы выдерживают при большом давлении в течение продолжительного времени при подогреве.

Необходимые деформационные свойства задаются бумаге в процессе ее изготовления. Так, при наличии в композиции древесной массы и наполнителя она легче деформируется. Проклеивающие вещества, чрезмерное каландрирование придают бумаге жесткость.

### 3.5. Впитывающая способность бумаги

Восприятие бумагой краски зависит от способности ее поверхности смачиваться Краской и от впитывающей способности бумаги. Как правило, все печатные краски хорошо смачивают поверхность бумаги. Практически впитывающая способность бумаги по отношению к краске зависит в первую очередь от ее пористости. Чем больше пористость бумаги, тем интенсивнее процесс впитывания. Однако общая пористость бумаги, о которой судят

по ее плотности, еще не характеризует впитывающую способность бумаги по отношению к различным краскам.

Скорость и глубина впитывания краски зависят от количества и размеров пор, а также от состава и свойств печатной краски.

Бумага с крупными порами, например газетная, хорошо впитывает краску.

Это обеспечивает быстрое ее закрепление на бумаге. Однако чрезмерное впитывание снижает интенсивность отпечатков и может привести к прониканию краски на оборотную сторону бумаги, т. е. к «пробиванию» оттиска.

Получение же интенсивных оттисков на крупнопористой бумаге потребует значительного увеличения толщины красочного слоя, что приведет к отмарыванию и перерасходу краски. Для оценки впитывающей способности бумаги в лабораторных условиях существует много различных методов, основанных на определении скорости проникновения в бумагу краски или жидких ее составляющих (связующие, растворители). Например, метод ГОЗНАКа основан на впитывании в бумагу растворителя — ксилола, поэтому приближенно воспроизводит процесс закрепления красок глубокой печати.

Для оценки впитывающей способности бумаги для высокой печати определяют время впитывания капли касторового масла, дибутилфталата и др.

Отношение бумаги к влаге. В состав печатной бумаги входят растительные волокна, которые в силу своего химического строения, наличия большого числа гидроксильных групп обладают гигроскопичностью. Поэтому бумага легко поглощает и отдает влагу. Если в помещение с высокой влажностью поместить сухую бумагу, то наблюдается поглощение бумагой влаги из воздуха, и, наоборот, в сухом помещении влага испаряется из влажной бумаги.

Относительная влажность воздуха выражается в процентах и характеризуется отношением количества водяных паров, находящихся в воздухе при данных условиях, к количеству, необходимому для достижения состояния насыщенности воздуха влагой. Каждой температуре и давлению воздуха соответствует свое максимально возможное содержание влаги — такой воздух называется насыщенным.

Каждому значению относительной влажности воздуха соответствует свое строго определенное содержание влаги в бумаге. Количество влаги (в бумаге), находящееся в равновесии с данной относительной влажностью воздуха, называется равновесной влажностью бумаги. Равновесная влажность зависит от состава бумаги. При одной и той же относительной влажности воздуха бумага, содержащая в своем составе древесную массу, из-за большей пористости всегда имеет большую влажность, чем чисто целлюлозная.

Влажность бумаги характеризуется отношением массы воды, содержащейся в бумаге, к массе исходного образца и выражается

в процентах. Для бумаги разных видов ГОСТом нормируется влажность  $6 \pm 1\%$ .

Колебания влажности бумаги приводят к изменению многих ее рабочих свойств и вызывают осложнения в процессе печатания. При увлажнении набухают волокна, ослабевают водородные связи, что приводит к увеличению размеров бумаги (особенно в поперечном направлении) и к резкому снижению ее прочности (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние влажности на прочность бумаги и удлинение при растяжении**

Влажность, %	Прочность на разрыв, Н·10 <sup>-1</sup>		Удлинение перед разрывом, %	
	Направление отлива			
	машинное	поперечное	машинное	поперечное
5—6	Бумага типографская № 1			
12—13	4,60	1,86	0,9	1,5
	2,87	1,12	1,4	2,8

При высушивании бумаги уменьшаются ее размеры, повышается жесткость, снижается электропроводность. Пересушенная бумага — очень жестка, легко рвется в печатной машине. При печатании на сухой бумаге требуется большее давление, а при повышении давления снижается тиражестойкость печатной формы. Уменьшение электропроводности при пониженной влажности бумаги приводит к накапливанию зарядов статического электричества на поверхности бумаги,

что вызывает отрыв мелких частиц, образующих пыль (пылиность бумаги). Кроме того, бумага становится как бы намагниченной, происходит слипание бумажных листов, что осложняет работу самонаклада печатной машины и вызывает необходимость установки на машину дополнительных устройств — нейтрализаторов зарядов статического электричества.

Изменение содержания влаги в бумаге при колебании атмосферных условий в печатных цехах вызывает волнистость бумаги, скручивание, образование морщин на оттиске и несовмещение красок при многокрасочной печати. Поэтому в цехах необходимо поддерживать постоянные атмосферные условия — температуру и относительную влажность воздуха.

Чтобы предотвратить или свести к минимуму деформацию бумаги при увлажнении, предусматривается ее акклиматизация. Поступившую со склада бумагу выдерживают в цехе в течение некоторого времени с тем, чтобы она приобрела постоянные показатели влажности и температуры, соответствующие влажности и температуре воздуха в печатном цехе. Для этого бумагу небольшими пачками (по 60—80 листов) или полностью развешивают в помещении печатного цеха или в специальных акклиматизационных камерах и выдерживают в течение определенного времени до достижения равновесной влажности.

Работами ВНИИ полиграфии установлены оптимальные климатические условия и режимы акклиматизации бумаги. Рекомендуется поддерживать в помещениях печатных цехов относительную влажность воздуха зимой 45—55%, летом 50—60%, темпера-

туру воздуха зимой — 18—22° С, летом — 19—23° С. Время акклиматизации в пачках без принудительного обдува — 3—4 ч, а при обдуве воздухом со скоростью 5—6 м/с — 30—60 мин.

Водостойкость бумаги характеризуется косвенными показателями при определении степени проклейки бумаги, а также значениями деформации ее при увлажнении.

### 3.6. Оптические свойства бумаги

Качество полиграфической продукции в значительной степени зависит от оптических свойств печатной бумаги: белизны, лоска (глянца) и прозрачности.

Падающий от источника свет может или отражаться от материала, или проникать в материал. Белизна и лоск определяются характером и количеством отраженного светового потока, а прозрачность — прошедшего.

Отражение света может быть зеркальным, когда угол падения равен углу отражения. Зеркально отражаются лучи от оптически гладкой поверхности. Если тело имеет шероховатую поверхность, то лучи отражаются рассеянно, во всех направлениях. Такой характер отражения имеет бумага машинной гладкости. Глазированная бумага имеет характер отражения, близкий к зеркальному, но и на ее поверхности есть матовые участки, диффузно отражающие свет.

**Белизна** — способность бумаги отражать свет рассеянно и равномерно по всему спектру. Это означает, во-первых, что белые поверхности отражают свет рассеянно в разных направлениях; во-вторых, спектральный состав падающего на белую поверхность света не изменяется при отражении. Поэтому при освещении солнцем или искусственным источником свет, отраженный от белой поверхности, будет неокрашенным, ахроматическим.

Реальные тела никогда не отражают и не поглощают всего падающего потока света. В природе нет ни абсолютно белых, ни абсолютно черных тел.

Степень белизны характеризуется коэффициентом отражения  $K$ , т. е. отношением количества света, отраженного от поверхности, к количеству света, упавшему на нее при определенных условиях освещения. Практически белизну бумаги определяют, сравнивая ее образцы при помощи фотоэлектрических приборов с эталонами, обладающими высокой белизной. В качестве эталонов применяют пластины из окиси магния с коэффициентом отражения до 97% или сернокислого бария с коэффициентом отражения 85—90%.

Наиболее широко распространен фотоэлектрический метод определения белизны бумаги, основанный на измерении в синей области спектра при эффективной длине волны 457 нм коэффициента отражения поверхности светонепроницаемой стопы образцов испытываемой бумаги по отношению к коэффициенту отражения эталона, принимаемого за 100%.

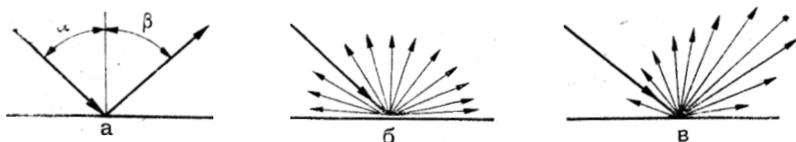


Рис. 9. Схема отражения света:

**а** — зеркальное, **б** — рассеянное от матовой бумаги, **в** — от глянцевой

Поверхности, имеющие коэффициент отражения выше 50%, кажутся относительно белыми. Белизна печатной бумаги колеблется от 57—59% для газетной бумаги до 90—95% для бумаги с оптическим отбеливателем. От белизны бумаги зависит контрастность воспроизводимого изображения. Чем больше разница между белизной бумаги  $K_6$  и величиной отражения от запечатанных участков  $K_п$  тем выше контрастность оттиска. Мэру контрастности  $M_k$  определяют по формуле

$$M_k = \frac{K_6 - K_п}{K_6} \cdot 100.$$

Например, на мелованной бумаге, имеющей белизну 85%, коэффициент отражения оттиска на светлых участках 67%, на бумаге для высокой печати № 2, имеющей белизну 70%, коэффициент отражения на тех же участках оттиска — 62%. В результате мэра контрастности оттиска на мелованной бумаге почти вдвое больше, чем на бумаге № 2.

Белизна бумаги влияет на градационную передачу в светлых участках репродукций.

Особенно большое значение имеет белизна бумаги при печати цветных иллюстраций. На недостаточно белой бумаге с желтоватым оттенком цвета на оттиске, по сравнению с оригиналом, передаются с искажением.

Белизна бумаги зависит от белизны исходных волокнистых материалов, белизны и количества вводимых наполнителей и подцветки.

Сине-фиолетовая подцветка повышает белизну, устраняет желтый оттенок, характерный для волокон. Оптический отбеливатель устраняет желтизну, повышает количество отраженного света, так как увеличивается отражение в сине-фиолетовой зоне спектра.

Очень эффективно нанесение покровного пигментного слоя.

**Лоск.** Лошенная поверхность зеркально отражает значительную часть падающих на нее лучей (рис. 9). Лоск определяется отношением количества света, отраженного зеркально, ко всему отраженному свету. В качестве эталона поверхности, зеркально отражающей лучи, рекомендовано черное полированное стекло, цвет которого исключает рассеянное отражение, а полированная поверхность обеспечивает зеркальное, принятое за 100%, отражение. По сравнению с эталоном, мелованная бумага зеркально

отражает 40—70%, а бумага машинной гладкости — 10% падающего света.

Поверхность бумаги приобретает глянец, лоск при отделке на сунеркаландах. С целью повышения глянца в состав покровного слоя мелованной бумаги вводят специальные добавки: воск, латекс, метилцеллюлозу и др.

При выборе бумаги для полиграфического воспроизведения различных оригиналов нужно иметь в виду, что на высоколощенной бумаге с высоким глянцем поверхности хорошо воспроизводятся черные и цветные фотографии, а также репродукции с картин масляной живописи. Для воспроизведения текста в книгах и журналах следует предпочитать бумагу с невысоким глянцем поверхности. Чтение текста, отпечатанного на бумаге с глянцевой поверхностью, быстро утомляет зрение. Оценивая свойства бумаги, нельзя отождествлять глянец, лоск с гладкостью, так как неровная бумага может иметь отдельные залощенные места, выступающие участки, которые придают глянец поверхности, и наоборот, шероховатая бумага машинной гладкости может иметь ровную поверхность.

**Непрозрачность.** Если световые лучи, проходя через слой вещества или какого-либо материала, выходят из него параллельно, то этот слой кажется прозрачным. Примеры прозрачных тел — стекло, калька; если свет полностью поглощается веществом, значит оно непрозрачно.

Желательно, чтобы печатная бумага была непрозрачной.

Основное условие непрозрачности бумаги — поглощение света, которое может быть обусловлено многократным преломлением лучей внутри материала при наличии веществ, с резко различными коэффициентами преломления света. Поэтому с целью уменьшения прозрачности бумаги в ее состав вводят наполнители, и влияние их тем эффективнее, чем больше отличается коэффициент преломления наполнителя от коэффициента преломления волокон. Например, коэффициент преломления целлюлозы 1,52; коэффициент преломления обычно вводимых наполнителей (каолин, бланфикс) 1,55—1,65, коэффициент преломления двуокиси титана 2,55—2,70. Введение двуокиси титана в бумажную массу позволяет значительно снизить прозрачность бумаги даже при сравнительно малом содержании этого наполнителя в составе бумаги.

Проклеивающие вещества, коэффициент преломления которых близок к коэффициенту преломления целлюлозы, практически не влияют на прозрачность бумаги.

Стандартный метод определения непрозрачности бумаги основан на сравнении коэффициентов отражения испытуемого образца бумаги, который помещают попеременно на белый и на черный эталон при испытании на фотоэлектрических приборах — фотометрах.

Непрозрачность  $H$  бумаги выражают отношением коэффициента отражения  $p$  образца, помещенного на черную подложку, к коэф-

фициенту **отражения** образца, помещенного на белую светонепроницаемую **подложку**  $\rho_{\infty}$ :

$$H = \frac{\rho}{\rho_{\infty}} \cdot 100.$$

Непрозрачность бумаги в зависимости от ее назначения колеблется от 94% (для текстовой продукции) до 98% (для иллюстраций).

## Глава 4.

### Виды бумаги для печати

#### 4.1. Классификация бумаги и требования к ней

Целлюлозно-бумажная промышленность выпускает большой ассортимент бумаги для печати. Это вызвано тем, что полиграфическая **промышленность** издает разнообразную продукцию — газеты, книги, журналы, альбомы, открытки и др. разными технологическими способами при использовании машин разных конструкций.

Необходимость выпуска бумаги для печати широкого ассортимента вызывается **и** рядом экономических соображений, например газетную, бланочную **и** др. продукцию целесообразнее печатать на сравнительно дешевых видах бумаги (табл. 6).

В каждом конкретном случае к свойствам бумаги предъявляются особые, специфические требования для обеспечения выпуска высококачественной продукции в кратчайшие сроки с максимальным экономическим эффектом.

Бумага для печати классифицируется по следующим основным признакам:

- 1) по способу печати — типографская (для высокой печати), офсетная, для глубокой печати и др.;
- 2) по составу волокна (композиция), в зависимости от чего она подразделяется на номера 1, 2, 3 (табл. 7);
- 3) по массе  $1 \text{ м}^2$ ;
- 4) по степени отделки поверхности — машинной гладкости, глазированной и высокоглазированной;
- 5) по виду печатной продукции — газетная, картографическая, обложечная, афишная, билетная, этикеточная и др.

В зависимости от способа печати и вида печатной продукции к бумаге предъявляются определенные требования. Однако независимо от способа печати и характера продукции бумага для печати должна отвечать следующим общим требованиям:

- иметь достаточно однородную структуру (плотность, толщина, равномерный просвет) и сомкнутую гладкую поверхность, хорошо воспринимающую печатную краску;
- быть достаточно белой и непрозрачной;
- иметь достаточную механическую прочность и легко дефор-

Таблица 6

Цены на основные виды бумаги для печати  
(за 1000 м<sup>2</sup>), руб

Наименование бумаги, №, марка <sup>а</sup>	Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Машинной гладкости		Глазированная	
		листовая	рулонная	листовая	рулонная
<b>Типографская № 1 с оптическим отбеливателем</b>					
	60	29—45	26—45	30—35	27—35
	70	33—20	29—70	34—85	30—35
	80	36—60	32—60	37—80	33—80
Б	60	28—25	—	—	26—15
№ 2 А	60	27—80	24—80	28—95	25—70
Б	62	19—55	16—45	20—50	17—40
№ 3	63	18—95	15—80	19—90	16—75
<b>Тонкая</b>					
А	40	37—50	34—30	38—10	34—90
	48	41—60	37—80	42—35	38—50
<b>Газетная</b>					
А	51	12—75	11—22	—	—
Б	51	12—24	10—71	—	—
<b>Офсетная без оптического отбеливателя</b>					
	70	—	—	44—70	41—20
	80	—	—	49—85	45—80
	100	—	—	60—80	55—80
№ 1 А	120	—	—	72—00	66—00
Б	60	—	—	—	36—65
В	70	43—60	40—15	—	—
	80	48—65	44—60	—	—
	100	59—30	54—30	—	—
	120	70—20	64—20	—	—
Г	160	91—00	83—00	—	—
	220	129—00	118—00	—	—
	240	142—00	130—50	—	—
<b>С оптическим отбеливателем</b>					
№ 1 А	70	—	—	46—20	41—20
	80	—	—	51—30	45—80
	100	—	—	62—50	55—80
	120	—	—	74—15	66—00
Б	60	—	—	—	37—90
В	70	45—00	41—50	—	—
	80	50—00	46—00	—	—
	100	61—10	56—10	—	—
	120	72—30	66—30	—	—
Г	160	94—00	86—00	—	—
	220	132—50	121—00	—	—
	240	146—50	134—00	—	—
<b>С белой древесной массой</b>					
№ 2 А	75	—	—	29—00	25—30
	90	—	—	32—40	27—90
	100	—	—	34—10	29—10
Б	60	—	—	—	19—50

Наименование бумаги, №, марка*	Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Машинной гладкости		Глазированная		
		листовая	рулонная	листовая	рулонная	
С беленой древесной массой № 2 А	75	29—65	26—00	30—80	27—00	
	90	32—85	28—40	34—20	29—70	
	100	34—50	29—50	36—00	31—00	
Б Для глубокой печати с опти- ческим отбеливателем А	60	—	—	—	21—45	
	75	—	—	37—90	34—10	
	100	—	—	49—50	44—50	
Без оптического отбеливателя А	120	—	—	59—00	53—00	
	75	—	—	36—60	32—90	
	100	—	—	47—80	42—80	
Б	120	—	—	56—90	50—90	
	140	—	—	66—20	59—30	
	160	—	—	77—70	69—80	
	220	—	—	109—60	98—75	
Иллюстрационная С оптическим отбеливателем В	80	—	—	49—60	45—00	
	Без оптического отбеливате- ля В	80	—	—	47—70	43—70
		С оптическим отбеливателем О	80	—	—	54—00
Без оптического отбеливате- ля О Картографическая А	80	—	—	51—90	47—90	
	100	—	—	106—00	100—00	
	140	—	—	134—00	127—00	
Б	160	—	—	141—00	133—00	
	85	—	—	70—00	65—30	
	100	—	—	80—30	75—50	
В	120	—	—	93—70	87—70	
	85	—	—	61—10	57—40	
	100	—	—	71—20	66—10	
	120	—	—	84—60	78—60	
	140	—	—	97—90	90—90	

\* Стандартами предусмотрены разные марки (А, Б, В, Г) бумаги одного и того же номера. Бумага разных марок различается массой 1 м<sup>2</sup>, характером отделки поверхности и др.

Таблица 7  
Состав бумаги по волокну

Волокнистые полуфабри- каты	Содержание волок- нистых полуфабри- катов, %		
	№ бумаги		
	1	2	3
Целлюлоза беленая	100	От 80 до 50	От 65 и вы- ше
Древесная масса		От 20 до 50	
Целлюлоза небеле- ная			До 35

мироваться под давлением без заметных остаточных деформаций;

— иметь минимальную абразивность, чтобы не вызывать преждевременного износа печатной формы;

— иметь чистую поверхность с минимальной сорностью, без складок, морщин и других механических повреждений;

— быть химически инертной.

требования к таким свойствам бумаги, как впитывающая способность, стойкость к действию влаги, могут быть различными и зависят от способа печатания и назначения продукции.

Все разнообразные свойства бумаги обеспечиваются использованием различных волокнистых материалов, их специальной обработкой (разная степень помола), введением в бумажную массу проклеивающих веществ и минеральных наполнителей, разными режимами отлива, прессования и сушки при выработке на бумагоделательной машине, различной отделкой бумаги.

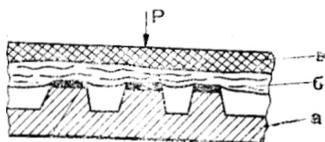
ГОСТом устанавливаются нормы на важнейшие показатели свойств бумаги с указанием допустимых отклонений. Учитывается неоднородность (анизотропия) свойств бумаги, например, для рулонной бумаги указывается прочность в машинном направлении, в направлении натяжения рулона; допустимое значение деформации при увлажнении — в поперечном направлении, так как бумага деформируется в этом направлении больше; нормируется максимальное отклонение белизны бумаги с двух сторон, зольность, гладкость и др.

## 4.2. Типографская бумага

Печатание высоким способом текстовых и иллюстрационных работ осуществляется с жестких (металлические или пластмассовые) печатных форм с рельефными печатающими и углубленными пробельными элементами (рис. 10). На печатной форме возможны отклонения в росте отдельных печатающих элементов.

Для достижения хорошего качества печати, т. е., прежде всего, точной передачи всех графических элементов, типографская (для высокой печати) бумага должна иметь ровную гладкую поверхность, равномерную структуру. Она должна легко деформироваться под давлением в процессе печатания, чтобы обеспечить полноту контакта со всеми печатающими элементами, при этом не должно образовываться рельефа на оборотной стороне листа. Обратный рельеф ухудшает качество двусторонней печати. Таким образом, основными требованиями, предъявляемыми к типографской бумаге, являются достаточная гладкость поверхности и мягкость, обеспечивающие полноту контакта бумаги с печатающими элементами формы.

Кроме того, равномерная структура обеспечивает хорошие восприятие краски и закрепление ее на поверхности бумаги, а также непрозрачность, что важно при двусторонней печати.



Краска

Рис. 10. Схема контакта поверхности бумаги с печатающими элементами формы высокой печати:

а — форма, б — бумага, в — дебель

Способ высокой печати применяется для выпуска разнообразной полиграфической продукции: высокохудожественных иллюстрированных изданий (альбомы, репродукции), книг, журналов, брошюр, газет и др. В зависимости от характера

продукции к бумаге предъявляются различные требования. Выпускается **бумага** для печатания книг, журналов, словарей, открыток, репродукций и др.

В табл. 8 приведены технические показатели основных видов типографской бумаги, выпускаемой под номерами 1, 2, 3. Бумага № 1 и № 2 подразделяется на две марки А и Б. Бумагу всех номеров выпускают как машинной гладкости, так и глазированной, а № 1 марки А — н высокоглазированной.

Бумага № 1 марки А машинной гладкости массой 1 м<sup>2</sup> 60, 70, 80 г предназначена для печатания текстовой продукции с несложными штриховыми иллюстрациями, так как гладкость бумаги невысокая — 30—80 с.

Бумага № 1 марок А и Б глазированная массой 1 м<sup>2</sup> 60 и 70 г предназначена для сложной текстовой продукции длительного срока службы со штриховыми иллюстрациями, содержащими мелкие графические детали, и тоновыми иллюстрациями с линиатурой растра до 40 лин/см для печатания на рулонных и листовых машинах.

Сравнительно высокая гладкость бумаги (120—300 с марки А и 200—400 с марки Б) достигается за счет значительного содержания наполнителя — зольность бумаги марки А 16—20%, а марки Б — 18—23%.

Способ высокой печати не требует увлажнения в процессе печатания, поэтому бумагу проклеивают слабо — 0,25—0,50 мм. Кроме того, повышение степени проклейки бумаги влечет за собой повышение жесткости, что недопустимо для типографской бумаги.

Важный показатель типографской бумаги, особенно при печатании на рулонных машинах, — прочность на разрыв. Стандарт предусматривает разрывную длину бумаги № 1 в пределах 2100—2300 м.

Для особо сложной текстовой продукции длительного срока пользования с тонкими штриховыми деталями и тоновыми иллюстрациями с линиатурой растра до 48 лин/см, выпускается бумага № 1 А высокоглазированная, предназначенная для печатания на листовых машинах. Повышенная гладкость — 300—500 с и большая плотность — 0,9—1,0 г/см<sup>3</sup> обеспечивают получение высококачественных иллюстраций.

Бумага № 2 марок А и Б машинной гладкости (30—80 с) предназначена для печатания текстовой продукции с небольшим числом штриховых иллюстраций на рулонных и листовых машинах. Наличие в составе бумаги древесной массы делает бумагу мягкой, крупнопористой, хорошо воспринимающей краску, непрозрачной.

Белизна бумаги невысока — 66—72%.

На бумаге № 2 глазированной с гладкостью поверхности 100—250 с печатают текстовую продукцию со штриховыми и тоновыми иллюстрациями (линатура растра до 40 лин/см).

Бумагу № 3 используют только для выпуска брошюр и книг небольшого объема с небольшим сроком службы. Большое содер-

Таблица 8

## Технические показатели типографской бумаги

Нормы

Показатели	№ 1		
	А		
	машинной гладкости	глазированная	высоко- глазированная
Состав по волокну, %:			
целлюлоза сульфатная беленая хвойная, не более			20
то же, беленая лиственная, не более	20	20	10
целлюлоза сульфитная беленая хвойная, не менее	80	80	70
то же, небеленая хвойная, не менее	—	—	—
древесная масса белая, не более	—	—	—
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	60, 70, 80	60, 70	60, 70
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,75—0,85	0,85—0,95	0,90—1,00
Разрывная длина (в среднем по двум направлениям), не менее, м			
Рулонной бумаги	2300	2300	2300
Листовой бумаги	2100	2100	2100
Прочность на излом, число двойных перегибов в поперечном направлении, не менее	4	4	4
Проклейка, мм, не менее	0,25	0,25	0,25
не более			
Зольность, %	16—20	16—20	16—20
Гладкость, с	30—80	120—300	300—500
Белизна, не менее, %			
без оптического отбеливателя	78	78	78
с оптическим отбеливателем	—	84	84
Разница в белизне верхней и сеточной сторон бумаги с оптическим отбеливателем, не более, %	—	3	3
Влажность, %	4,5—7	5—7	5—7
Сорность, число соринки площадью 0,1—0,5 мм <sup>2</sup> на 1 м <sup>2</sup> , не более	130	100	100
Соринки площадью более 0,5 мм <sup>2</sup>			Не допу

жание древесной массы в композиции бумаги (до 65%) ограничивает возможность введения наполнителя из-за снижения ее прочности, поэтому зольность бумаги всего 10—16%. Древесная масса снижает белизну бумаги до 63%, но так как по этой бумаге печатают только черными красками, то обеспечивается достаточная контрастность оттисков.

Проводятся работы по созданию высоконаполненной (зольность до 25%) с соответствующими проклеивающими веществами бумаги № 3. Это позволит сократить расход более дорогой бумаги № 1 и № 2.

для бумаги разных номеров и марок

№ 1		№ 2		№ 2		№ 3	
Б		А		Б			
машинной гладкости	глазиро- ванная	машинной гладкости	глазиро- ванная	машинной гладкости	глазирова- нная	машинной гладкости	глазирова- нная
35	35	—	—	—	—	—	—
65	65	—	—	—	—	—	—
—	—	80	80	50	50	—	—
—	—	—	—	—	—	35	35
—	—	20	20	50	50	65	65
60, 70	60, 70	60, 70	60, 70	62	62	63	63
0,75—	0,75—	0,70—	0,80—	0,67—	0,80—	0,65—	0,70—
0,85	0,95	0,80	0,90	0,77	0,90	0,75	0,80
2400	2400	2200	2200	2000	2000	1900	1900
2200	2200	2000	2000	1800	1800	—	—
5	5	3	3	2	2	2	2
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
18—23	18—23	16—20	16—20	15—19	15—19	10—14	12—16
30—80	200—400	30—80	100—250	30—80	100—250	30—80	100—250
78	78	72	72	66	66	63	63
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
4,5—7	5—7	5—7	4,5—7	5—7	5—7	5—8	5—8
130	130	250	250	300	300	500	500

с к а ю т с я

#### 4.2.1. Тонкая типографская бумага

Тонкая бумага предназначена для выпуска словарей, справочников и других объемных изданий, которые должны быть компактными и иметь малую массу. ГОСТ предусматривает выпуск тонкой бумаги № 1 и № 2 машинной гладкости и глазированной (табл. 9).

Бумага № 1 машинной гладкости предназначена для печатания на рулонных и листовых машинах текстовой продукции для длительного срока службы, содержащей несложные штриховые иллюстрации, а № 1 глазированная — для текстовой продукции, содер-

Таблица 9

## Технические показатели тонкой типографской бумаги

Показатели	Нормы для бумаги			
	№ 1		№ 2	
	машинной гладкости	глазированная	машинной гладкости	глазированная
Состав по волокну, %:				
целлюлоза сульфитная хвойная беленая, не менее	40		40	
целлюлоза сульфатная хвойная беленая, не менее	40		40	
целлюлоза лиственная сульфатная беленая, не менее	20		—	
древесная масса белая, не менее	—		20	
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	40 ± 2,48		40 ± 2,48	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,7—0,8	0,8—0,9	0,65—0,75	0,7—0,8
Разрывная длина (средняя), м				
рулонной	2400	2400	2200	2200
листовой	2200	2200	2000	2000
Прочность на излом, число двойных перегибов в поперечном направлении, не менее		3		2
Проклейка, мм			0,25—0,50	
Гладкость, с	40—90	100—250	30—80	100—300
Белизна, не менее, % без оптического отбеливателя	78	78	72	72
с оптическим отбеливателем	85	85	—	—
Разность белизны между верхней и сеточной сторонами, не более, %	2,0	2,0	—	—
Непрозрачность, не менее, %				
бумаги массой 1 м <sup>2</sup> 40 г	91	91	95	95
бумаги массой 1 м <sup>2</sup> 48 г	93	93	—	—
Зольность, %			17—21	
Сорность, число соринки площадью от 0,1 до 0,5 мм на 1 м <sup>2</sup> , не более		80		300
Влажность, %		6 <sup>+1</sup> <sub>-1,5</sub>		6 ± 1

жащей штриховые и тоновые иллюстрации с линиатурой растра до 40 лин/см.

Бумага № 2 предназначена для печатания текстовой продукции среднего срока службы. На бумаге машинной гладкости печатают текст и штриховые иллюстрации малого формата, а на глазированной — текстовую продукцию, содержащую и тоновые иллюстрации с линиатурой растра до 40 лин/см.

Для обеспечения необходимой прочности при изготовлении бумаги используют высококачественный, тщательно фибриллированный волокнистый полуфабрикат. Для бумаги № 1 — 80% хвойной сульфатной и сульфитной беленой и 20% лиственной сульфатной целлюлозы. Для № 2 — 80% хвойной сульфатной и сульфитной беленой целлюлозы с добавлением 20% древесной массы, что обеспечивает непрозрачность бумаги.

Выпускают бумагу массой 1 м<sup>2</sup> 40 и 48 г. Для уменьшения прозрачности тонкой бумаги в бумажную массу вводят до 20% наполнителя. В состав бумаги № 1, наряду с отбеленным каолином, вводят 3,0% двуокиси титана. Бумага глазированная имеет гладкость 100—300 с. Степень проклейки, как и у обычной типографской бумаги, — 0,25—0,50 мм.

Введение в состав бумаги хвойной сульфатной целлюлозы повысило прочность бумаги (разрывная длина — 2200—2400 м). Содержание в бумаге двуокиси титана и введение в бумагу № 1 оптического отбеливателя типа «белофор» обеспечило высокую белизну (K = 85%) с допустимой разницей в белизне верхней и сеточной сторон (не более 2%). Бумага достаточно непрозрачна — 91—95%.

Основные достоинства тонкой типографской бумаги — равномерный просвет, однородная структура, отсутствие скручиваемости при изменении климатических условий, хорошее восприятие печатной краски, эластичность, высокая прочность и белизна.

#### **4.2.2. Газетная типографская бумага**

Свойства и качество газетной бумаги определяются массой газет и их низкой стоимостью. Газеты рассчитаны на небольшой срок службы. Главное в газетном производстве — быстрая и своевременность выхода газет. Исходя из этого к газетной бумаге предъявляются следующие требования: бумага должна быть прочной, чтобы выдерживать натяжение при больших скоростях работы печатных машин, должна хорошо воспринимать краску и обеспечивать быстрое ее закрепление на поверхности, буквально за десятые доли секунды.

В настоящее время предусмотрен выпуск газетной бумаги двух марок А и Б. Выпускается еще специальная газетная бумага со знаком качества.

Бумага марки А предназначена для печатания на скоростных ротационных машинах, бумага марки Б — для печатания районных газет на плоскочечатных машинах.

ГОСТ не регламентирует волокнистый состав газетной бумаги, но, как правило, на 75—85% бумага состоит из древесной массы и на 25—15% из небеленой целлюлозы. Древесная масса обеспечивает хорошее восприятие краски, сообщает бумаге высокую пористость и необходимую непрозрачность. Кроме того, древесная масса — самый дешевый волокнистый полуфабрикат, что и обуславливает низкую стоимость газетной бумаги (см. табл. 6).

Таблица 10

## Технические показатели газетной бумаги

Показатели	Нормы для бумаги марок	
	А	Б
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	51 ± 2,5	51 ± 3
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,59	0,57
Разрывная длина в машинном направлении, не менее, м	3000	2700
Гладкость с сеточной стороны, не менее, с	45	30
Зольность, не более, %	5	5
Влажность, %	8 ± 2	8 ± 2

Введение целлюлозы в композицию газетной бумаги увеличивает ее механическую прочность, способствует увеличению удлинения при растяжении, сопротивления надрыву и излому бумаги. С освоением производства химической и термомеханической древесной массы открылась возможность частичной, а в некоторых случаях и полной, замены целлюлозы более дешевыми волокнами древесной массы.

Выпускают газетную бумагу массой 1 м<sup>2</sup>—49—51 г. При уменьшении массы возникает опасность увеличения прозрачности бумаги и тем самым просвечивания текста на оборот-

ную сторону. Увеличение массы бумаги ведет к перерасходу волокна и, следовательно, к повышению стоимости бумаги.

Газета — текстовое издание с небольшим числом штриховых и тоновых иллюстраций с линиатурой раstra не выше 30 лин/см. Поэтому газетная бумага может быть не очень гладкой: для марки А стандартом установлена гладкость с сеточной стороны 45 с, а для марки Б — 30 с (табл. 10).

Контакт между печатной формой и сравнительно негладкой газетной бумагой обесценивается при деформировании и сглаживании бумаги под давлением благодаря ее пористой, рыхлой структуре. Таким образом, недостаточная гладкость бумаги компенсируется способностью ее разглаживаться под давлением при печати.

Зольность газетной бумаги не более 5%. Введение большого количества наполнителя снижает прочность бумаги и повышает ее пылимость.

В последнее время при выработке газетной бумаги стали применять так называемый волокнистый наполнитель, представляющий собой насыщенные на целлюлозных волокнах из водного раствора тонкодисперсные частицы силиката кальция. Волокнистый наполнитель придает бумаге высокую белизну, непрозрачность; гладкость и хорошие печатные свойства.

В газетную бумагу специально не вводят проклеивающие вещества. Она имеет естественную проклейку, которую сообщают ей смолы, сохранившиеся в древесной массе. Степень проклейки газетной бумаги — минимальная, 0,25 мм.

Важный показатель газетной бумаги — ее влажность. Благоприятное влияние на качество печати оказывает повышенная влажность, при которой снижается жесткость бумаги, увеличивается

удлинение при растяжении, снижается ее пылимость; **кроме** того, бумага в меньшей степени заряжается зарядами статического электричества. Рекомендуется влажность газетной бумаги доводить до 8—10%.

При использовании пересушенной бумаги увеличивается вероятность обрывов бумажного полотна при печатании, что приводит к непроводительным простоям оборудования, нарушается своевременность выпуска газет и снижается **эф**фективность газетного производства.

Структура бумаги характеризуется показателем плотности. Газетная бумага имеет плотность 0,58 г/см<sup>3</sup>. Увеличение плотности за счет лучшей подготовки волокнистых полуфабрикатов и уплотнения полотна в процессе отлива приводят к повышению механической прочности бумаги, поверхность ее становится более сомкнутой и **гладкой**, пылимость бумаги уменьшается, но при этом **ухудшается** закрепление краски на бумаге из-за снижения ее пористости. Белизна газетной бумаги невысокая — 57—59%.

Решающее влияние на качество печати, на возможность получения идентичных оттисков оказывает однородность свойств бумаги: равномерная толщина, минимальное отклонение гладкости, постоянная масса 1 м<sup>2</sup>. Достаточная прочность бумаги и отсутствие внутрирулонных дефектов позволяют увеличить скорость печатания, уменьшить отходы бумаги и тем самым снизить себестоимость газетного производства.

### 4.3. Офсетная бумага

Офсетный способ печати с каждым годом находит все более широкое применение для выпуска самой разнообразной продукции: иллюстрационно-текстовых изданий (книги, журналы, учебники, словари, справочники, газеты), репродукций, открыток. Большое значение для дальнейшего развития офсетной печати имеют расширение ассортимента и повышение качества бумаги для печати. Увеличение скорости печатания и широкое использование рулонных машин потребовало создания бумаги повышенной прочности. Для повышения прочности бумаги был изменен ее композиционный состав: в бумагу № 1, кроме сульфитной целлюлозы, вводят не менее 25% сульфатной.

Офсетная бумага выпускается двух номеров: 1 и 2. Бумага № 1 подразделяется на четыре марки: А, Б, В и Г; бумага № 2 — на две марки А и Б (табл. 11). Исходя из специфики офсетного способа печати, а именно, необходимости увлажнения **пробедных** элементов печатной формы, офсетная бумага должна быть **гидрофобной**, так как вода с резиноканевой пластины попадает на бумагу. Гидрофобность офсетной бумаги обеспечивается высокой степенью проклейки — 1,25—1,75 мм по штриховому методу. При недостаточной степени проклейки увлажненная бумага изменяет размеры, деформируется, что приводит к браку при печатании многокрасочной продукции в результате несовмещения красок.

Таблица 11

## Технические показатели офсетной бумаги

Показатели	Норма для бумаги разных номеров и марок					
	№ 1				№ 2	
	А	Б	В	Г	А	Б
Состав по волокну, %:						
целлюлоза беленая сульфатная, не более	25	25—15	25	—	—	—
то же, сульфитная, не менее	75	75—85	75	100	50	50
древесная масса белая или беленая, не более	—	—	—	—	50	50
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	70, 80, 100, 120	60	70, 80, 100, 120	160, 220, 240	100	—
Плотность для бумаги массой 1 м <sup>2</sup> , г/см <sup>3</sup> : 60 г до 160 г, не менее	—	—	—	—	—	0,70
свыше 160 г, не менее	0,80	0,78	0,75	0,75	0,70	—
Разрывная длина, не менее, м	—	—	—	0,80	—	—
Бумага для рулонных машин:						
в машинном направлении	—	3500	—	—	—	3000
в среднем по двум направлениям	2600	—	2500	—	2200	—
Бумага для листовых машин в среднем по двум направлениям	2500	—	2300	2300	2200	—
Прочность на излом (число двойных перегибов) в поперечном направлении, не менее	8	10	7	8	3	3
Проклейка, мм	1,25—1,75	1,25	1,25—1,75	1,25—1,75	1,25—1,75	1,25—1,75
Белизна, не менее, % без оптического отбеливателя	78	78	78	78	—	—
с оптическим отбеливателем	83	83	83	83	—	—
с древесной массой	—	—	—	—	65	65
с белой древесной массой	—	—	—	—	69	69
Разница показателей белизны двух сторон, не более, %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Зольность, %	10—14	12—15	10—14	10—14	8—12	8—12
Гладкость, с	80—150	40—110	30—80	30—80	80—170	80—170
Деформация при увлажнении в поперечном направлении, не более, %	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1
Влажность, %	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7	5—7
Сорность, число сорной площадью от 0,1 до 0,5 мм <sup>2</sup> на 1 м <sup>2</sup> , не более	100	120	120	120	300	300
Соринки размером более 0,5 мм <sup>2</sup>	Не допускаются					



Рис. 11. Схема контакта поверхности бумаги с резиноканевой пластиной:

• — пластина, б — бумага, в — декедь

Для контроля за поведением бумаги при взаимодействии ее с увлажняющим раствором стандарт предусматривает показатель деформации бумаги при увлажнении. Увеличение размеров при увлажнении не должно превышать 2,1—2,2% в поперечном направлении листа бумаги.

При введении сравнительно большого количества проклеивающих веществ повышается жесткость бумаги. Но в отличие от бумаги для высокой печати жесткая бумага при офсетном способе печатания не вызывает осложнений, так как контакт между поверхностью бумаги и резиноканевой пластиной осуществляется при сравнительно малом давлении за счет деформации упругоэластичной пластины, закрепленной на офсетном цилиндре, а не бумаги (рис. 11).

Выпускают офсетную бумагу массой 1 м<sup>2</sup> от 60 до 240 г.

Гладкость бумаги № 1 марок В и Г—30—80 с; а А и Б—80—150 с. Зольность—10—15%.

В качестве наполнителя используют отбеленный высокодисперсный каолин, а в композицию бумаги № 1 марки Б добавляют и двуокись титана.

Офсетная бумага должна обладать высокой прочностью. Разрывная длина ее—до 3500 м, а прочность на излом—восемь—десять двойных перегибов в поперечном направлении для бумаги № 1 и не менее трех двойных перегибов для бумаги № 2.

Повышенные требования предъявляются к прочности поверхности офсетной бумаги, так как бумага контактирует с резиноканевой пластиной, обладающей специфическими деформационными свойствами, а также используют липкие краски. При недостаточной прочности поверхности офсетной бумаги в процессе печатания наблюдается выщипывание волокон и частичек наполнителя. Для повышения прочности поверхности офсетную бумагу дополнительно проклеивают с поверхности крахмалом, Na-КМЦ, поливиниловым спиртом и латексом СКС-65ГП в различных сочетаниях, в результате на поверхности образуется прочная, гибкая пленка.

Изменение кислотности увлажняющего раствора в результате экстрагирования из бумаги различных веществ может способствовать эмульгированию краски. Поэтому офсетную бумагу проверяют на щелочность и кислотность. Необходимо, чтобы водная вытяжка из офсетной бумаги имела нейтральную реакцию (рН—6,3—7,0).

• Для печатания одно- и многокрасочной продукции на листовых и рулонных машинах применяют бумагу № 1 А, Б и № 2 А. Для печатания на рулонных машинах многокрасочных учебников и книжно-журнальной продукции применяют бумагу № 1 Б. Для печатания на листовых машинах открыток, обложек и другой изобразительной продукции применяют бумагу № 1 Г.

Предусматривается выпуск бумаги № 1 в рулонах и листах. Бумагу № 1 Б и № 2 Б выпускают только в рулонах.

Эти два вида бумаги разработаны специально для печатания учебников и другой книжно-журнальной продукции, к которой предъявляется требование повышенной прочности. При малой массе  $1 \text{ м}^2$  бумага отличается повышенной прочностью, хорошими печатными свойствами. Это достигается, во-первых, волокнистым составом: бумага № 1 Б — чистоцеллюлозная, причем содержит до 25% сульфатной целлюлозы, бумага № 2 Б также содержит не менее 50% целлюлозного волокна. Кроме того, в композицию бумаги вводят специальные гидрофильные связывающие проклеивающие вещества, оптимальное количество наполнителя, в том числе двуокись титана. Для обеспечения большей стабильности свойств бумаги стандартом предусматриваются верхний и нижний пределы показателей зольности, степени проклейки, гладкости.

#### ***4.3.1. Офсетная бумага для печатания газет***

В настоящее время офсетный способ печати находит широкое применение для выпуска газет и иллюстрированных приложений к ним.

Газетная бумага для офсетной печати отличается от аналогичной бумаги для высокой печати большими прочностью поверхности и водостойкостью. Бумага более плотная —  $0,62 \text{ г/см}^3$ , однородная, с сомкнутой поверхностью и прочная на разрыв (разрывная длина не менее 3200 м).

Повышенную прочность офсетной газетной бумаге придает более жирный помол целлюлозного волокна и применение хорошо дефибрированной древесной массы при том же соотношении целлюлозы и древесной массы (соответственно 25 и 75%). С целью уменьшения пылимости бумаги наполнитель не вводят. Выпускают бумагу массой  $1 \text{ м}^2$  50—51 г. Гладкость с сеточной стороны не менее 60 с, влажность 7—9%.

#### ***4.3.2. Картографическая бумага***

Географические, морские, топографические карты печатают офсетным способом, поэтому картографическая бумага должна отвечать всем требованиям, предъявляемым к офсетной бумаге. Однако специфика производства карт и условия их применения обуславливают и ряд особых требований. Картографическая бумага должна быть особенно прочной на излом, иметь минимальную деформацию при изменении влажности и быть влагопрочной. Осо-

Таблица 12

## Технические показатели картографической бумаги

Показатели	Нормы для бумаги марок		
	А	Б	В
Состав по волокну, %:			
целлюлоза сульфитная белая, не более	70	80	100
целлюлоза сульфатная белая, не менее	10	10	—
целлюлоза из линта хлопкового, не менее	20	10	—
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	100, 140, 160	85, 100, 120, 140	85, 100, 120, 140
Прочность на излом (число двойных перегибов) в среднем по двум направлениям, не менее	200, 240, 300	150, 150, 170, 170	120, 120, 150, 150
Проклейка, не менее, мм	1,75	1,75	1,75
Гладкость верхней и сеточной сторон, не менее, с	88	140	130
Деформация в поперечном направлении, не более, %:			
при увлажнении	+2,0	+2,0	+2,0
после увлажнения и высушивания	-0,4	-0,4	-0,4
Белизна, не менее, %	87	87	84
Зольность, не менее, %	5	5	5
Влагопрочность, не менее, %	18	18	18
Сорность, число соринки площадью 0,6—0,5 мм <sup>2</sup> на 1 м <sup>2</sup> , не более	150	150	130

бенно это важно для гидрографических и топографических карт в связи с условиями их использования.

Выпускают картографическую бумагу трех марок — А, Б, В (табл. 12). Бумага марки А предназначена для печатания гидрографических карт, а бумага марок Б и В — для топографических, географических карт и атласов. Степень проклейки картографической бумаги всех марок должна быть очень высокой — не менее 1,75 мм.

Для проклейки картографической бумаги используют меламиноформальдегидную смолу (МЛФС). В процессе сушки бумажного полотна ее положительно заряженные молекулы хорошо взаимодействуют с отрицательно заряженными функциональными группами целлюлозы, придавая бумаге высокую прочность поверхности и влагопрочность.

Бумага должна иметь высокую прочность на излом — 150—300 двойных *перегибов*, что обеспечивается применением для ее изготовления высококачественных волокнистых полуфабрикатов.

Картографическая бумага — единственный вид печатной бумаги, в состав которой входят хлопковые волокна: в бумагу марки Б

не менее 10%, а в бумагу марки А не менее 20% в сочетании с сульфитной и сульфатной беленой целлюлозой.

Зольность бумаги невысокая—5%, что также положительно сказывается на прочности и уменьшает возможность пыления бумаги.

В настоящее время разработан способ получения картографической бумаги с использованием синтетических полиамидных волокон в сочетании с целлюлозными. Бумага из полиамидных волокон обладает высокой механической прочностью как в сухом, так и во влажном состоянии. Разрывная длина во влажном состоянии почти в четыре раза выше, чем у бумаги из целлюлозных волокон, а прочность на излом больше почти в 50 раз.

Бумага имеет значительную стойкость к действию химических реактивов.

#### 4.4. Бумага для глубокой печати

Особенность способа глубокой печати заключается в том, что печатающие элементы формы углублены, и бумага в момент печатания соприкасается с пробельными элементами. Чтобы из печатающих элементов жидкая краска полностью переходила на бумагу и не затекала на пробельные, бумага должна плотно прилегать к пробельным участкам жесткой металлической формы и частично вдавливаясь в углубленные печатающие элементы (рис. 12). Поэтому необходимо, чтобы бумага для глубокой печати имела высокую гладкость поверхности и была мягкой, эластичной. Бумага должна быть прочной, так как она испытывает при печатании большое давление. Недопустимо наличие в бумаге различных твердых включений, которые могут сошлифовывать, процарапывать пробельные элементы печатной формы.

ГОСТ предусматривает выпуск бумаги двух номеров: № 1 марок А и Б и № 2 (табл. 13).

Бумага № 1 А массой  $1 \text{ м}^2$  от 75 до 120 г рекомендуется для массовых иллюстрированных изданий, а № 1 Б массой  $1 \text{ м}^2$  140—220 г — для печатания изобразительной продукции.

Бумага № 1 имеет повышенную зольность, не менее 20%. Большое количество наполнителя улучшает структуру бумаги и обеспечивает равномерный просвет, уменьшает прозрачность и скручиваемость бумаги, позволяет получать при каландрировании ровную, гладкую бумагу с сомкнутой поверхностью. Однако введение большого количества наполнителя приводит к уменьшению проч-

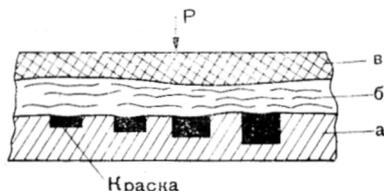


Рис. 12. Схема контакта поверхности бумаги с формой глубокой печати:  
о — пластина, б — бумага, в — делитель

ности бумаги, способствует неравномерному распределению наполнителя по толщине листа, а это является одной из причин разноттеночности оттисков на верхней и сеточной сторонах бумаги. Степень проклейки бумаги невысокая — 0,25—0,75 мм, что не повышает ее жесткости.

Большое значение для качества печати имеет впитывающая способность бумаги, которая должна быть в пределах 15—35 с по ксилолу. При увеличении впитывающей способности возможно пробивание краски на обратную сторону оттиска. Уменьшение впитывающей способности вызывает отмарывание.

Для получения высококачественных репродукций с линиатурой раstra до 70 лин/см стандарт предусматривает гладкость бумаги не менее 300 с.

Бумага должна иметь достаточно высокий показатель белизны не менее 76%, а с оптическим отбеливателем — не менее 82%.

Бумага № 2 массой 1 м<sup>2</sup> 60, 70 г рекомендуется для печатания иллюстрационно-текстовых изданий.

Таблица 13

Технические показатели бумаги для глубокой печати

Показатели	Нормы для бумаги разных номеров и марок		
	№ 1		№ 2
	А	Б	
Состав по волокну, %:			
целлюлоза сульфитная, беленая, не менее	100	100	60
древесная масса беленая, не более	—	—	40
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	75, 100, 120	140, 160, 220	60, 70
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,94—1,10	0,95—1,10	0,80
Разрывная длина в среднем по двум направлениям, м			
рулонной	2200	2100	2100
листовой	1900	1800	1900
Прочность на излом (число двойных перегибов) в поперечном направлении, не менее	5	8	2
Проклейка, мм	0,25—0,75	0,25—0,75	0,25—0,75
Зольность, %	20	20	18
Гладкость, с	300—650	300—650	150—400
Впитываемость, с	20—35	11—30	15—35
Белизна, не менее, %:			
с оптическим отбеливателем	82	—	—
без оптического отбеливателя, %	76	76	70
Разница показателей белизны верхней и сеточной сторон, не более, %	3		
Влажность, %	5,5	6,0	6,0
Сорность, число соринкок площадью от 0,1 до 0,5 мм <sup>2</sup> на 1 м <sup>2</sup> , не более	100	100	300
Соринки размером более 0,5 мм <sup>2</sup>	Не допускаются		

Таблица 14

## Технические показатели бумаги с двукратным мелованием

Показатели	Нормы для бумаги разных марок							
	ДО		ДВ		ДГ		ДЧ	
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	120	140	250	120	140	250	120	140
Толщина, мкм	103	115	200	103	115	200	103	115
Гладкость, с	600—1500	400—900	750—1500	400—900	750—1500	400—700	700—1500	400—700
Белизна, не менее, %	84						86	—
Разница в белизне верхней и сеточной сторон бумаги, не более, %	2,0	—	1,8	—	2,0	1,8	—	2,0
Стойкость поверхности к выщипыванию, м/с	2,0	—	1,8	—	1,8	1,7	—	2,2
Число раковин на 100 мм <sup>2</sup> не более	30	—	—	—	—	—	25	—
pH покровного слоя	—	—	6,0—9,5	—	—	—	—	6,0—9,5
Влажность, %	—	—	4,0—6,0	—	—	—	3,5—5,5	4,0—5,5
Поверхностная впитываемость, не менее, с	—	—	—	—	—	80	80	—
Сорность, число соринков площадью свыше 0,1—0,25 мм <sup>2</sup> на 1 м <sup>2</sup> , не более	80						80	—

#### 4.5. Бумага с покрывным пигментным слоем (мелованная)

Мелованная бумага представляет собой бумагу-основу, на которую с одной или обеих сторон однократно или двукратно нанесен слой меловальной суспензии.

Бумага-основа вырабатывается преимущественно из хвойной сульфитной целлюлозы с добавкой лиственной сульфатной, что повышает прочность структуры (разрывную длину) и прочность поверхности. Бумагу-основу хорошо проклеивают и вводят наполнители.

В состав меловальной суспензии входит белый пигмент и связующее вещество. Отбеленный высокодисперсный (фракционированный) каолин, двуокись титана, химически осажденный мел и сатинит (смесь алюмината кальция и дигидрата гипса) — белые пигменты для меловальной суспензии. Сатинит сообщает мелованной бумаге повышенную белизну, глянец и высокую гладкость.

Связующим меловальной суспензии в настоящее время служат синтетические клеи: бутадиев-стирольный латекс (СКС-65 ГП), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ).

Даже частичная замена применявшихся ранее в качестве связующих пищевых продуктов (казеин и крахмал) синтетическими не только обеспечила более высокое качество бумаги, но позволила повысить экономическую эффективность производства за счет увеличения производительности меловального оборудования.

Гладкая поверхность, высокая белизна и глянец обуславливают высокую разрешающую способность бумаги и наиболее точное воспроизведение цветных оригиналов.

В последние годы выпуск мелованной бумаги значительно возрос в связи с высокими требованиями, предъявляемыми к качеству печатной продукции. Стал более разнообразным и ассортимент печатной мелованной бумаги: для открыток, иллюстраций, книг, журналов и др.

При изготовлении мелованной бумаги покрывной слой наносят на одну или обе стороны бумаги-основы в один или два приема. В зависимости от толщины покрывного слоя выпускают бумагу с полным покрытием (масса покрывного слоя 20—25 г/м<sup>2</sup>), массой 1 м<sup>2</sup> от 100 до 250 г, и тонкую мелованную с полупокрытием (масса покрывного слоя 7—10 г/м<sup>2</sup>) массой 1 м<sup>2</sup> 60—80 г.

Бумага с полным покрытием может быть однократного и двукратного мелования. Двукратное мелование не только повышает гладкость и улучшает внешний вид бумаги, но и существенно улучшает восприятие бумагой краски. Качество оттисков на бумаге с двукратным мелованием значительно лучше, чем на бумаге с однократным мелованием, при одинаковых показателях гладкости.

Бумага с двукратным мелованием подразделяется на четыре марки: ДО — для офсетной печати, ДВ — для высокой печати, ДГ — для глубокой печати и ДЧ — для способов высокой и офсетной печати на четырехкрасочных машинах (табл. 14).

Мелованная бумага с двукратным покрытием выпускается в листах. Бумага массой 1 м<sup>2</sup> 120, 140 г предназначена для печатания одно- и многокрасочных высокохудожественных иллюстраций.

Бумага массой 1 м<sup>2</sup> 250 г — для многокрасочных открыток и иллюстрированных альбомов.

Стандартом предусматривается высокая белизна — не менее 84% и нормируется максимальное отклонение в белизне с двух сторон бумаги — не более 1,8—2,0%. Для обеспечения высокой белизны в покровный слой вводят оптический отбеливатель. Очень важным показателем для мелованной бумаги является прочность поверхности, характеризующаяся минимальной скоростью печатания, при которой начинает разрушаться покровный слой. Испытания проводят на пробопечатном устройстве специальным высоковязким и липким препаратом. Этот показатель должен быть  $\geq 1,7$  м/с.

Для оценки качества поверхности мелованной бумаги вводится показатель раковистости. Раковины — это мелкие углубления, образующиеся в результате вспенивания меловальной суспензии при нанесении ее на бумагу. Раковины появляются на месте лопнувших пузырьков воздуха. Уменьшения пенообразования достигают введением в меловальную суспензию поверхностно-активных веществ. Поверхность должна быть чистой, раковистость — минимальной.

К мелованной бумаге для офсетной печати предъявляют особые требования, связанные с необходимостью контакта бумаги с увлажняющим раствором. Покровный пигментный слой делают водостойким, что достигается введением латекса. Кроме того, офсетная бумага не должна иметь кислой реакции. Стандарт устанавливает предел рН 6—9.

Мелованная бумага для глубокой печати имеет повышенную гладкость (до 1500 с) и особенно высокий глянец, что позволяет получать высокоинтенсивные контрастные отпечатки с блестящей поверхностью.

Специальная мелованная бумага двукратного мелования марки ДЧ имеет улучшенные свойства: гладкость от 750 до 1500 с, белизну 86% и повышенную прочность поверхности — 2,2 м/с.

Бумага с однократным мелованием предназначена для печатания одно- и многокрасочных иллюстраций, иллюстрационно-текстовых изданий способами высокой (марки В) и офсетной (марки О) печати. Бумага выпускается в листах массой 1 м<sup>2</sup> 100, ПО и 240 г и толщиной соответственно 90, 100 и 200 мкм. Высокая степень белизны (80—95%) достигается введением в бумагу оптического отбеливателя. Бумага имеет высокую гладкость поверхности: 400—600 с марка О и 500—700 с марка В. Стойкость поверхности бумаги к выщипыванию для марки О — 1,7, для марки В — не менее 1,6 м/с.

Для офсетной бумаги стандартом лимитируется показатель рН покровного слоя 6,0—9,5; линейная деформация в поперечном направлении после пребывания образца бумаги в воде в течение 3 мин допускается не более 2,0%.

#### 4.5.1. Бумага мелованная офсетная книжно-журнальная

Создание рулонной тонкой мелованной бумаги с двусторонним покрытием обеспечило выпуск высококачественных одно- и многокрасочных книжно-журнальных изданий на скоростных рулонных офсетных машинах. Бумага изготавливается с использованием в композиции до 20% белой рафинерной древесной массы. Выпускается бумага массой 1 м<sup>2</sup> — 70 и 85 г (табл. 15).

Таблица 15

Технические показатели мелованной бумаги для печатания книг и журналов офсетным способом

Показатели	Норма
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	70 ± 3, 85 ± 4
Гладкость, не менее, с	250—500
Разрывная длина в машинном направлении, не менее, м	3000
Белизна, не менее, %	78
Разница показателей белизны верхней и сеточной сторон, не более	2,5
Сорность, число соринок площадью свыше 0,1—0,5 мм на 1 м <sup>2</sup> , не более	115
Влажность, %	3,5—5,5
Прочность поверхности к выщипыванию, не менее, м/с	2,0
РН покровного слоя	6,0—9,5

Впервые для печатания книг и журналов начала выпускаться бумага высокой гладкости — 250—500 с. Так как печать ведется на рулонных машинах, то предусматривается высокая прочность поверхности — не менее 2,0 м/с.

Все свойства бумаги оказывают самое непосредственное влияние на качество продукции и экономику производства. Например, пониженная прочность поверхности бумаги вызывает необходимость уменьшать скорость работы машины, вследствие чего нарушается график выпуска изданий, снижаются экономические показатели предприятия.

Во избежание потерь бумаги при транспортировке и хранении необходимо использовать крытые транспортные средства и хранить бумагу в закрытых складских помещениях при относительной влажности воздуха ≤ 70%.

#### 4.6. Бумага специального назначения

Афишная бумага выпускается белой и окрашенной в светлые цвета, предназначена для печатания афиш. Это тонкая легкая бумага массой 1 м<sup>2</sup> 40 г. Афишная бумага изготавливается из смеси

древесной массы (65%) и небеленой целлюлозы (35%), может быть односторонней и двусторонней гладкости, степень проклейки не менее 0,5 мм.

Билетная бумага выпускается марок А и Б. Бумага марки А состоит из целлюлозы с небольшой добавкой древесной массы (не более 20%), имеет массу 1 м<sup>2</sup> 35 г, предназначена для печатания трамвайных, автобусных и троллейбусных билетов. Бумага марки Б — массой 1 м<sup>2</sup> 42 г содержит до 40% древесной массы, выпускается окрашенной в разные светлые цвета, предназначена для печатания билетов в театры и кино. Билетная бумага имеет одностороннюю гладкость, степень проклейки не менее 0,5 мм.

Этикеточная бумага выпускается четырех марок М, А, Б, В. Бумага марки М одностороннего мелования предназначена для печатания многокрасочных этикеток с последующей их отделкой бронзированием, лакированием, конгревным тиснением. Бумага марки А выпускается двусторонней гладкости, а марки Б как односторонней, так и двусторонней. Бумага марок А и Б предназначена для печатания этикеток офсетным способом, поэтому ее дополнительно проклеивают крахмальным клеем (степень проклейки — 1,0—1,25 мм). Бумага марки В односторонней гладкости предназначена для печатания этикеток способом высокой печати, степень ее проклейки — 0,5 мм, зольность 10—20%.

Этикеточная бумага выпускается в рулонах, кроме мелованной марки М, которая выпускается только в листах. Волокнистый состав этикеточной бумаги строго не нормируется, за исключением бумаги, которая непосредственно соприкасается с пищевыми продуктами. Эту бумагу изготавливают только из пропаренной макулатурной массы.

Этикеточная бумага должна иметь чистую, гладкую поверхность, не пропускать раствора клея на лицевую сторону и быть дешевой.

Для оклейки спичечных коробок применяется специальная этикеточная бумага трех марок — А, Б и В. Ее волокнистый состав — 80% древесной целлюлозы и 20% древесной массы. Масса 1 м<sup>2</sup> — 45, 50 и 60 г. Бумага должна быть прочной, хорошо проклеенной, так как этикетки печатают способом офсетной печати, а при наклеивании их на спичечные коробки используют водные клеевые растворы. Зольность бумаги — не менее 3,5%, гладкость одной стороны — 40—50 с.

#### 4.7. Бумага из синтетических волокон

Почти две тысячи лет растительные волокна были незаменимыми при изготовлении бумаги. Однако при всех своих замечательных свойствах бумага из растительных волокон обладает рядом недостатков. Она имеет невысокую механическую прочность в сухом и особенно во влажном состоянии. При увлажнении и даже при повышении влажности окружающего воздуха бумага набухает и деформируется, коробится, поверхность ее становится волни-

образной. Кроме того, бумага из растительных волокон подвержена быстрому старению и действию микроорганизмов.

Полная или частичная замена целлюлозного волокна **синтетическими** придает бумаге ряд новых ценных свойств:

— повышенную механическую прочность в сухом и влажном состоянии;

— минимальную **линейную** деформацию при увлажнении;

— биостойкость;

— негорючесть;

— долговечность, устойчивость к действию света и колебаниям климатических условий.

В настоящее время у нас в стране и зарубежом получены различные виды печатной бумаги, содержащей в своем составе синтетические волокна.

Сравнительно широко применяют волокна полиакриловые, полиамидные, полиэфирные и из поливинилового спирта.

Введение в бумагу 50% полиамидных волокон в смеси с белой сульфатной целлюлозой позволило увеличить прочность на разрыв почти в десять раз, а прочность на излом — в 50 раз.

**Картографическая** бумага, в составе которой 60% целлюлозы заменено полиэфирными волокнами, не деформируется при увлажнении и сохраняет практически неизменными механические свойства.

Использование синтетических волокон в качестве основы для мелованной бумаги позволит значительно снизить ее толщину и массу 1 м<sup>2</sup>, сохранив высокую прочность.

Получена мелованная бумага на основе, состоящей из 15% винола, 50% лавсана и 35% сульфитной целлюлозы.

Прочная, малодеформирующаяся бумага с гладкой белой поверхностью может с успехом использоваться для печатания многокрасочной изобразительной продукции.

Однако широкое применение синтетической бумаги ограничивается ее высокой стоимостью, что связано со сложностью производства бумаги. Синтетические волокна не набухают, не фибрируются при размоле и поэтому, в отличие от целлюлозы, не могут обеспечить прочной связи в листе. Для изготовления бумаги синтетические волокна вначале обрабатывают гидрофилизующими веществами, затем укорачивают и диспергируют. Для скрепления синтетических волокон между собой в бумажную массу вводят волокнистые полимерные связующие, которые также проходят сложный процесс обработки: их готовят специальным диспергированием либо в момент образования полимера, либо измельчением путем расчесывания тонкой полимерной пленки. Внешне волокнистое полимерное связующее (фибриды) напоминает размолотое целлюлозное волокно. Формирование листа происходит так же, как и при изготовлении обычной целлюлозной бумаги, путем обезвоживания бумажной массы на сетке. Фибриды связывают переплетенные полимерные волокна при сплавлении во время сушки и горячего каландрирования, для чего волокнистое полимерное связующее дол-

**ЖНО** иметь меньшую температуру плавления, чем основное волокно.

Применение **синтетической бумаги** экономически оправдано в том случае, когда **ее ценные** свойства перекрывают высокую стоимость. Например, при печатании географических и топографических карт, денежных знаков, монографий по вопросам науки, техники и искусства, а также при изготовлении форзацной, обложечной бумаги и переплетных крышек.

#### **4.8. Перспективы развития производства бумаги для печати**

Непрерывно растущие требования к качеству и оформлению печатной продукции, повышению иллюстрированности и красочности изданий с одновременным повышением экономической эффективности производства вызывают необходимость постоянного совершенствования ассортимента бумаги для печати.

Одной из основных задач, стоящих перед целлюлозно-бумажной промышленностью, является расширение и улучшение ассортимента бумаги для печати. В связи с этим проводятся систематические совместные работы ВНИИ полиграфии и НИИ Минбумпрома, в которых предусматривается:

- **создание и увеличение в общем объеме выпускаемой продукции** бумаги с покрытием;

- освоение выпуска бумаги с уменьшенной массой  $1 \text{ м}^2$  — газетной до 40 г; для печатания книжно-журнальной продукции способом высокой печати — массой 50 г с повышенной гладкостью, белизной и однородностью структуры; офсетной бумаги № 1 и № 2 массой  $1 \text{ м}^2$  50 и 60 г с повышенной прочностью поверхности для печатания книжно-журнальной продукции на рулонных машинах; тонкой мелованной листовой бумаги для офсетной печати массой  $1 \text{ м}^2$  60—70 г для печатания книг, журналов и др.;

- совершенствование технологии производства бумаги — освоение новых полуфабрикатов, в том числе все более широкое применение сульфатной целлюлозы лиственных пород древесины и термомеханической древесной массы; использование синтетических проклеивающих веществ и синтетических волокон; использования машин двухсеточного формования; универсализация состава бумаги по волокну и др.;

- дальнейшее улучшение качества бумаги, повышение белизны, улучшение плоскостной устойчивости листа (отсутствие коробления и скручивания), повышение однородности структуры и гладкости поверхности. Повышение прочности поверхности и снижение пылимости офсетной бумаги. Стабилизация всех свойств бумаги.

Важнейшим источником повышения экономической эффективности и улучшения организации производства является универсализация ассортимента материалов. С этой целью предусматривается разработка и выпуск бумаги:

- для печатания книжно-журнальной продукции высоким, офсетным и глубоким способами печати;
- тонкой мелованной, пригодной для печатания всеми основными способами печати;
- универсальной мелованной с полным покрытием, и др.

Уменьшение массы 1 м<sup>2</sup> бумаги при одновременном улучшении ее физико-механических, печатных (технологических) и потребительских свойств является одним из источников повышения экономической эффективности производства полиграфической продукции вследствие экономии сырья и значительного снижения транспортных расходов при перевозке бумаги и печатной продукции.

Большое внимание уделяется и будет постоянно уделяться рациональному экономному использованию такого дефицитного и дорогого материала, как бумага. В 1978 г. Госкомиздат СССР принял постановление «О мерах по дальнейшему улучшению хранения, использования и учета бумаги для печати», которое является руководящим документом в работе инженера-экономиста полиграфической промышленности.

## п. ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ

Назначение печатных красок — создавать черно-белое или цветное изображение на запечатываемом материале. Поэтому краски должны обладать:

1) комплексом оптических свойств, т. е. определенным цветовым тоном, достаточными яркостью (светлотой) и чистотой (насыщенностью), высокой интенсивностью, необходимой прозрачностью или кроющей способностью и др.;

2) определенными печатно-техническими свойствами, обеспечивающими нормальное проведение технологического процесса печатания: краска должна хорошо раскатываться валиками, смачивать печатную форму, прилипать к поверхности запечатываемого материала, достаточно быстро и прочно закрепляться на оттиске;

3) обладать стабильностью свойств и др.

Печатная краска представляет собой суспензию (смесь) твердого, мелкодисперсного пигмента в жидкой среде, называемой связующим веществом.

**Пигменты** — это порошкообразные красящие вещества, нерастворимые в воде, маслах и других обычных растворителях; они сообщают печатным краскам определенный цвет, а также оказывают влияние и на некоторые физико-химические свойства красок.

**Связующие** — это жидкости, чаще всего растворы смол в органических растворителях. Они определяют важнейшие печатно-технические свойства красок.

Печатная краска — это дисперсная система, в которой дисперсной фазой является пигмент, а дисперсионной средой — связующее. Поэтому свойства краски во многом зависят от количественного соотношения этих компонентов, от взаимодействия частиц дисперсной фазы и дисперсионной среды, от равномерности распределения пигмента в связующем.

В отдельных случаях в краски для корректирования их свойств вводят различные добавки, например подцветки, изменяющие оттенок красок, сиккативы и антиоксиданты, регулирующие скорость их закрепления на оттиске, добавки, корректирующие вязкость красок, липкость и др.

### Глава 5.

#### **Пигменты**

Все химические соединения, обладающие цветом и способные окрашивать другие тела, называются красящими веществами. Красящие вещества делятся на красители и пигменты.

красители — это красящие вещества, хорошо растворимые в воде или других обычных растворителях (масло, спирт, бензол и др.), красители широко используются для окраски тканей, стекол и прозрачной пластмассы.

**Пигменты** — красящие вещества, практически не растворимые в воде и других растворителях; они применяются при изготовлении печатных, художественных и малярных красок.

Пигменты и красители в зависимости от их происхождения могут быть природными и искусственными, от химического состава — неорганическими и органическими.

Для изготовления печатных красок используют искусственно полученные пигменты и красочные лаки, которые вырабатывают из органических красителей.

Пигменты должны иметь определенную цветовую характеристику и обладать способностью образовывать интенсивные краски при невысокой своей концентрации. Степень дисперсности (средний диаметр частиц) пигментов должна быть такой, чтобы краска имела достаточную кинематическую устойчивость и не расслаивалась (пигмент не должен оседать на дно тары).

Светостойкость пигментов, т. е. устойчивость их цвета к длительному воздействию света, должна быть высокой. В особенности это относится к пигментам для красок, которыми печатают плакаты, географические карты и другую продукцию, подвергающуюся воздействию света.

Пигменты должны обладать по возможности меньшим масляным числом, которое определяется количеством льняного масла, поглощенного при смешивании с пигментом. Выражается масляное число отношением объема масла к взятой навеске пигмента ( $\text{см}^3/\text{г}$ ).

Прочность пигментов к действию растворителей и химических реактивов, оптические свойства, дисперсность, плотность, светостойкость и их влияние на свойства красок рассматриваются в разделе «Свойства печатных красок».

### **5.1. Органические пигменты и красочные лаки**

Искусственные цветные неорганические пигменты обладают ярким цветом, большой свето- и термостойкостью. Они широко использовались в производстве печатных красок до конца прошлого столетия. Однако многие из этих пигментов имеют высокую плотность, в результате чего забивают печатные формы.

С конца прошлого столетия неорганические пигменты были вытеснены органическими пигментами и красочными лаками, которые отличаются богатым ассортиментом различных цветов, высокой степенью дисперсности, большой интенсивностью, стойкостью к действию света, воды и др.

Тот или иной цвет органических красящих веществ является результатом избирательного поглощения световых лучей видимой части спектра.

Избирательное поглощение находится в соответствии с возможным поглощением красящим веществом такого кванта энергии, который переводит электроны с основного характерного для них уровня на более высокий энергетический уровень, т. е. приводит молекулу в возбужденное состояние.

Способность избирательно поглощать энергию световых лучей у тех или иных органических соединений обусловлена их химическим строением. Молекулы должны иметь вид сравнительно длинных цепочек с сопряженными двойными связями, содержать электронодонорные (отдающие электроны) и электроноакцепторные (принимающие электроны) заместители и др.

В зависимости от строения молекул и содержания тех или иных групп огромное число органических красящих веществ разделено на классы.

В полиграфии наиболее часто используют красящие вещества следующих классов: азокрасящие, арилметановые, ксантеновые, фталоцианиновые и некоторые другие.

Кроме того, в зависимости от технических свойств и химического строения органические красящие вещества, применяемые в полиграфии, делятся на следующие три группы:

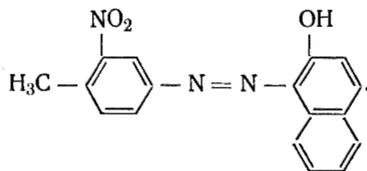
1) индифферентные красящие вещества, т. е. собственно пигменты;

2) красители кислотные;

3) красители основные.

Органические пигменты широко используют для изготовления печатных красок. Это, главным образом, азокрасители (желтый, оранжевый, красный цвета) и фталоцианиновые (зеленые, голубые, синие).

Например, азокраситель алый имеет следующее строение молекулы:

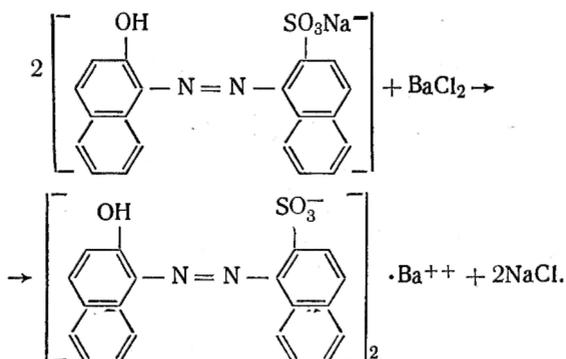


Пигмент обладает хорошей стойкостью к свету, воде, щелочам и кислотам, придает краскам хорошие печатно-технические свойства.

Кислотные и основные красители действием на них соответствующих осадителей (в водных растворах) переводят в нерастворимые соединения — красочные лаки, которые также применяются для изготовления печатных красок.

Молекулы кислотных красителей содержат сульфо- ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) или карбоксильную ( $-\text{COOH}$ ) группы, в каждой из которых атом водорода может замещаться металлами с образованием соли. Соли щелочных металлов кислотных красителей хорошо растворимы в воде, однако с тяжелыми металлами Ba, Ca, Zn образуют нерастворимые соли — красочные лаки.

Например, из кислотного азокрасителя получают красочный лак:



Красочный лак может быть получен с субстратом (активный наполнитель) и без субстрата.

В производстве красок предпочитают использовать красочные лаки, полученные без субстрата, так как они обладают более высокой степенью дисперсности и интенсивностью.

При получении красочного лака на субстрате краситель адсорбируется на поверхности каждой частицы белого пигмента (рис. 13) и закрепляется осадителем в результате перевода в нерастворимое состояние. В этом случае свойства красочного лака будут во многом зависеть от субстрата, например степень дисперсности, плотность, способность образовывать прозрачные или кроющиеся краски.

В общем виде процесс получения красочного лака состоит из следующих операций:

- 1) растворение красителя в воде;
- 2) действие осадителем, в результате чего происходит обменная реакция:

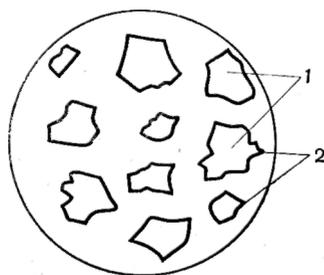
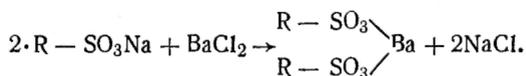
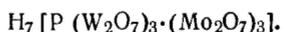


Рис. 13. Схема образования красочного лака на субстрате:  
1 — субстрат (белый пигмент),  
2 — осадивший краситель

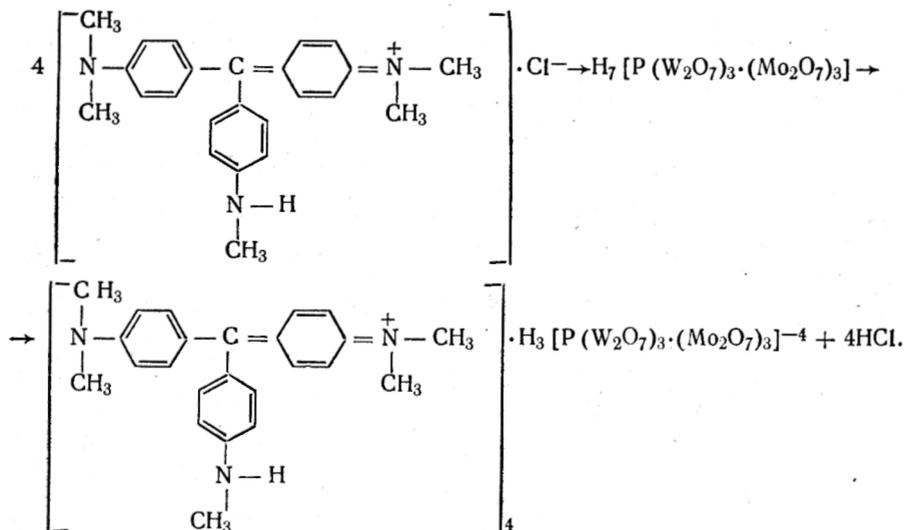
Образуются нерастворимые в воде соли — красочные лаки.

Молекулы основных красителей содержат аминогруппы ( $-\text{NH}_2$ ) или их замещенные. Эти красители образуют со слабыми кислотами нерастворимые соли. Чаще всего применяется комплексная фосфорновольфрамомолибденовая кислота



При действии осадителей образуются нерастворимые комплексные соединения — красочные лаки.

Например, красочный лак из основного фиолетового получается согласно уравнению



Красочные лаки из основных красителей отличаются высокой интенсивностью, стойкостью к свету и воде, но обладают малой стойкостью к спирту.

Наиболее часто для изготовления цветных красок используются красочные лаки: основной розовый, основной синий К, основной зеленый, основной ярко-зеленый, основной фиолетовый и др.

Для триадных красок при многокрасочной печати используют пигмент желтый прозрачный О, красочный лак рубиновый СК и пигмент голубой фталоцианиновый Б43У, так как они дают наиболее Полный цветовой охват при печатании.

## 5.2. Флуоресцентные красочные лаки

Для изготовления красок, предназначенных для печатания рекламы, открыток, пригласительных билетов и т. д., в последние годы используют дневные флуоресцентные красочные лаки. Яркость **ЭТИХ** красок, по сравнению с обычными, значительно выше. Повышенная яркость — результат особого строения исходных красителей, которые способны превращать (трансформировать) поглощенные короткие волны невидимой части спектра в длинные волны видимой и отражать их в окружающую среду, повышая тем самым яркость красок.

## 5.3. Неорганические пигменты

Неорганические пигменты — это цветные и белые водонерастворимые соли или окислы некоторых металлов, а также металлы в высокодисперсном состоянии.

Цветные неорганические пигменты еще в **прошлом** столетии использовались для изготовления печатных красок, **так как** они **обладают большой светостойкостью, термостойкостью**, просты в **получении** и поэтому дешевы, но **менее интенсивны**, чем органические. Поэтому в **настоящее** время для изготовления печатных красок используют только несколько искусственно полученных неорганических пигментов белого цвета, синий пигмент милори и металлические.

Большинство применяемых в полиграфии пигментов получают путем осаждения при взаимодействии водных растворов исходных веществ. Поэтому на их свойства (степень дисперсности, оттенок и др.) оказывает влияние режим получения.

Белые пигменты должны быть чисто белого цвета, иметь достаточно высокую степень дисперсности, быть химически нейтральными, светостойкими, не растворяться в воде, маслах, спирте и других обычных растворителях.

Ассортимент этих пигментов обеспечивает возможность получения белых красок от прозрачной до сильно крошащей. Белые пигменты в отдельных случаях применяются в качестве наполнителей в цветных красках.

Наиболее часто используют следующие белые неорганические пигменты:

1. Гидрат окиси алюминия  $Al(OH)_3$  — **белый** мягкий порошок с небольшой плотностью  $2000 — 2400 \text{ кг/м}^3$  и высокой степенью дисперсности; средний диаметр частиц  $0,01 — 0,10 \text{ мкм}$ , со связующим образует прозрачные белила, которые обладают хорошими **печатно-техническими** свойствами.

2. Сернокислый барий (бланфикс)  $BaSO_4$  со связующими образует почти прозрачную краску; отличается высокой стойкостью к свету, кислотам, щелочам и другим реактивам. Плотность  $4000 — 4700 \text{ кг/м}^3$ .

3. Цинковые белила (окись цинка  $ZnO$ ) — **мягкий** порошок чистого белого цвета с высокой плотностью  $5500 — 5700 \text{ кг/м}^3$ . Окись цинка образует со связующими крошащую краску. С некоторыми пигментами цинковые белила вступают во взаимодействие и вызывают изменение цвета, могут вступать в реакцию и со свободными жирными кислотами при большом содержании их в связующем веществе.

Цинковые белила используют для разбеливания цветных красок, изготовления красок для печатания по цветному фону и др.

4. Титановые белила (диоксид титана  $TiO_2$ ) имеют чистый белый цвет. Средняя плотность —  $3900 — 4200 \text{ кг/м}^3$ , отличаются высокой стойкостью к различным химическим реагентам. Со связующим этот пигмент образует сильно крошащую краску, которую применяют главным образом для печатания на переплетных крышках и по цветному фону. Благодаря высоким качествам титановых белил и практически неисчерпаемым запасам сырья удельный вес их в производстве белых красок непрерывно растет.

**Цветные неорганические пигменты** в своем составе содержат металлы с переменной валентностью. Например, синий пигмент милори содержит железо.

Милори — синий пигмент сложного комплексного строения.

Это мелкодисперсный легкий порошок плотностью 1820 — 1970 кг/м<sup>3</sup>; образует прозрачные и высокоинтенсивные краски. Пигмент нестойк к щелочам любой концентрации, поэтому красками, содержащими милори, нельзя печатать обертки для мыла, упаковки для стиральных порошков, этикетки для химических щелочных веществ и др.

Милори используют для приготовления синих красок и в качестве подцветок черных красок. Этот пигмент по своей природе активный катализатор, ускоряющий химический процесс пленкообразования, поэтому краски, содержащие милори, быстро закрепляются на оттисках.

**Металлические пигменты** — порошки в виде чешуек, полученные механическим измельчением металлов или сплавов.

«Золотые» пигменты получают из сплава меди и цинка, «серебряные» — из алюминия. «Серебряные» пигменты в среднем имеют плотность 2700, «золотые» — 7600 — 7800 кг/м<sup>3</sup>; со связующим они образуют кроющие краски с высоким блеском. Используются пигменты для приготовления красок, припудривания свежотпечатанных оттисков и приготовления переплетной фольги для тиснения.

Получают пигменты механическим измельчением металлической фольги в ступах или шаровых мельницах с последующей полировкой и покрытием парафином.

Однако со временем металлические пигменты окисляются на воздухе, темнеют и теряют блеск, несмотря на тонкий парафиновый слой.

#### **5.4. Черный пигмент — сажа**

В полиграфии наиболее широко применяются черные краски, которые составляют более 35% от общего объема печатных красок. Пигментом для изготовления черных красок служит сажа, которая обладает интенсивным черным цветом, исключительной свето- и химической стойкостью к различным реактивам и способностью образовывать со связующим кроющие краски. Большое преимущество этого пигмента — химическая инертность и сравнительно низкая его стоимость.

Однако сажа имеет и некоторые отрицательные свойства. Прежде всего, тонкие слои краски имеют коричневатый или зеленоватый оттенки, для устранения которых в черные краски приходится вводить подцветку — пигмент синего или фиолетового цвета.

Сажа состоит из углерода, содержание которого достигает 88 — 90%, небольшого количества кислорода, водорода и других элементов.

Сажевые частицы способны соединяться друг с другом и образовывать цепочки с большим или меньшим разветвлением.

Сажа имеет небольшую плотность — 1780 — 1880 кг/м<sup>3</sup> и высокую степень дисперсности, обладает способностью связывать большое количество связующего, поэтому ввести в краску повышенное количество пигмента с целью увеличения ее интенсивности не удастся.

Для изготовления полиграфических красок используется главным образом сажа, которая является продуктом неполного сгорания природных газов. В зависимости от способа получения она может быть канальной или печной.

При изготовлении красок в основном применяется канальная сажа.

В отдельных случаях для приготовления черных печатных красок используется ацетиленовая сажа, получаемая при термическом разложении ацетилена. Ацетиленовая сажа снижает образование в газетной краске длинных нитей при раскате в ротационных машинах и, следовательно, пыление (см. с. 118).

В последнее время для изготовления черных, например универсальных офсетных красок для печатания иллюстраций, используют антраценовую сажу ДМГ-105 «А» (диффузионно-масляная газовая). Сажа получается в результате неполного сжигания смеси газа и жидкого антраценового (каменноугольного) масла. Применение антраценовой сажи ДМГ-105 «А» позволило получить высокоинтенсивные краски с содержанием пигмента 17—19% и снизить их стоимость.

## Глава 6.

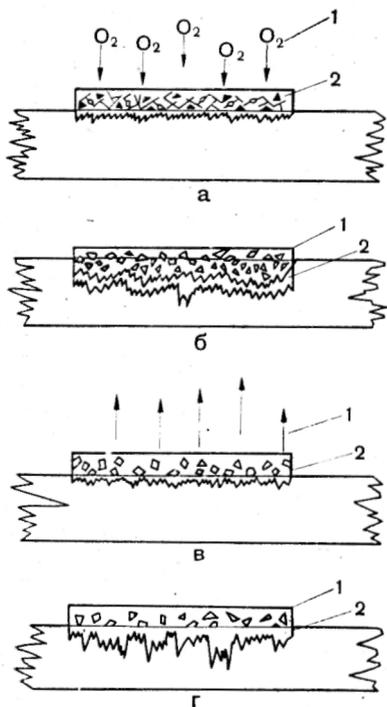
### Связующие

Печатные краски, кроме пигмента, содержат связующее — жидкую фазу, которая связывает отдельные твердые частицы пигмента в единую дисперсную систему, или пигментную суспензию.

Связующие определяют поведение красок в процессе печатания, т. е. сообщают им ряд важнейших печатно-технических свойств.

Хорошие печатно-технические свойства красок обеспечивают нормальное течение технологических процессов печатания высоким, офсетным, глубоким, трафаретным и другими способами. Важнейшими из этих свойств являются: вязкость краски, способность смазывать печатную форму, прилипать к ней, переходить с формы на запечатываемый материал и закрепляться на оттиске. Все это обеспечивается подбором компонентов связующего (пленкообразователи, растворители, корректирующие добавки) и соотношением пигмента и связующего в краске.

Одно из основных свойств красок — способность закрепляться на оттиске — зависит в основном от связующего. Введенный в краску пигмент почти не оказывает влияния на характер закрепления, поэтому рассматриваемые ниже процессы закрепления связующих будут относиться в равной степени и к печатным краскам.



**Рис. 14.** Схема закрепления на бумаге красок:

*а* — химическое пленкообразование, *б* — впитывание, *в* — испарение растворителя, *г* — быстрое отделение жидкой фазы из системы, близко подведенной к критическому состоянию

на оттиске; закрепление в результате различных комбинаций основных четырех процессов.

Однако необходимо отметить, что в действительности процесс закрепления любого связующего, а следовательно, и краски, является более сложным из-за неоднородности, пористости бумаги и многокомпонентности состава большинства связующих веществ печатных красок.

Обычно в момент получения оттиска красками, затертыми на каком-либо из связующих, наблюдается в большей или меньшей степени впитывание, а затем следует основной процесс, обеспечивающий их закрепление.

При закреплении большинства связующих (и красок) наблюдаются как бы две стадии. Вначале происходит схватывание, подсыхание верхнего слоя краски, что препятствует перетискиванию (это очень важно при печатании!), и затем полное затвердевание по всей толщине красочного слоя.

В зависимости от особенностей технологического процесса печатания, вида продукции и других факторов для обеспечения закрепления красок на оттисках чаще всего используют связующие, закрепляющиеся в результате следующих процессов (рис. 14):

- образование пленки за счет химических процессов;

- впитывание связующего в поры бумаги с последующим большим или меньшим **отфильтровыванием** растворителя и образованием смоляной пленки;

- образования смоляной пленки при испарении легколетучего растворителя или испарении менее летучих растворителей при подогреве;

- ускоренного **закрепления** в результате образования смоляной пленки при отделении комбинированного (смесь хорошего и плохого) растворителя.

Кроме того, в отдельных случаях (сравнительно редко) имеет место процесс закрепления в результате высаживания смолы при введении в краску избыточного количества плохого растворителя после печатания; закрепление в результате отверждения расплавленного термопластичного **связующего** при охлаждении его

Производительность печатных машин и качество продукции **за**висят от скорости закрепления краски на оттиске. Чрезмерно медленное закрепление может привести к смазыванию краски на оттисках в фальцаппарате печатной машины, отмарыванию, т. е. переходу краски на декель, перетискиванию при наложении одного листа на другой.

Для предотвращения перетискивания краски используют противоотмарочные средства, прокладку оттисков чистой бумагой, что сильно затрудняет процесс печатания и снижает производительность печатных машин. В отдельных случаях корректируют состав краски или подбирают соответствующую бумагу, но все эти меры не могут полностью устранить возможность отмарывания и перетискивания краски. Поэтому с внедрением новой техники и повышением скоростей печатания стали использовать краски на быстрозакрепляющихся связующих и **сушильные** устройства на печатных машинах.

Как уже отмечалось, связующие сильно влияют на свойства красок, поэтому к ним предъявляется ряд требований.

Прежде всего, связующие должны быть прозрачными, чтобы не ухудшать цветовых свойств красок, иметь определенную, в зависимости от технологического процесса печатания, вязкость, смачивать пигмент, не вступать с ним, а также с материалами печатных форм и красочных валиков в химическое взаимодействие и обеспечивать образование прочной эластичной пленки, удерживающей пигмент на поверхности оттиска.

### **6.1. Основные компоненты связующих веществ**

В большинстве случаев связующие представляют собой сложные композиции, где главными компонентами являются вещества, образующие твердую пленку (она закрепляет пигмент на поверхности оттиска), т. е. пленкообразователи, а также растворители.

#### *6.1.1. Пленкообразователи (смолы)*

В качестве пленкообразователей чаще всего используют различные продукты переработки природных смол, синтетические олигомеры, значительно реже, полимеры и природные смолы\*.

Смолы, которые используют в полиграфии как пленкообразователи, обладают различными свойствами, но все они имеют относительно невысокую молекулярную массу и содержат активные функциональные группы, способные к межмолекулярным взаимодействиям.

Смолы могут быть в твердом или высоковязком состоянии. Твердые смолы при нагревании постепенно размягчаются, переходят в жидкое состояние, а при охлаждении снова затвердевают.

\* На практике смолами часто называют не только природные, но и синтетические олигомеры (см. с. 151).

Таблица 16

## Физические свойства смол

Название, марка	t размягчения, °С	Растворимость смол при комнатной температуре в маслах		
		льняном	веретенном	минеральном МП-1
Канифоль	65—70	Да	—	Да
Битум лаковый Г	135—140	—	Да	Да
М-80	105—115	Да	Нет	Да
ПЭМАК	120—146	Да	Нет	Да
Пенталин К или ЭЛКАН	154—160	Да	—	Да
СФ-460	115—135	Да	Нет	—
Смолы серии РЛ	140—155	Да	—	Да

Смолы связующих веществ должны не только образовывать пленку, удерживающую пигмент на оттиске, но и по возможности легко отдавать растворитель, т. е. обладать низкой степенью сродства к растворителю при удовлетворительной растворимости в нем, иметь высокую температуру плавления, чтобы пленка после удаления растворителя обладала прочностью и твердостью. Смола должна обеспечивать стабильность пигментной суспензии — краски, глянec и эластичность красочной пленки.

Наиболее часто используют различные производные канифоли, фенолоформальдегидных смол, циклокаучук, алкидные смолы, битум и др.

Производные канифоли наиболее широко используют в качестве пленкообразователей. Канифоль в чистом виде не находит применения, так как состоит в основном из смоляных кислот, которые могут взаимодействовать с пигментами, имеет низкую температуру размягчения (табл. 16) и при небольшом нагревании становится липкой. С целью устранения этих недостатков канифоль модифицируют.

При нейтрализации канифоли окисью цинка и кальция образуется соль смоляных канифольных кислот — резинат. Более высокую температуру размягчения (146—160°С) имеет смола Пенталин К, которую получают при взаимодействии пентаэритрита с канифолью, предварительно подвергнутой полимеризации до образования димеров (двойные молекулы); смола отечественного производства носит название ЭЛКАН.

Смолу ПЭМАК получают при взаимодействии канифоли вначале с малеиновым ангидридом, а затем с пентаэритритом. При несколько ином соотношении тех же исходных продуктов получают смолу марки М-80.

Кроме того, для связующих используют смолы, являющиеся продуктами переработки фенолоформальдегидных смол. В зависимости от исходных продуктов и соотношения

компонентов получают смолы марок СФ-460, СФ-461 и серии РЛ (РЛ-24, РЛ-25, РЛ-40) с температурой плавления 125 — 155° С.

Все производные канифоли — твердые смолы янтарно-желтого цвета, поэтому пригодны для связующих цветных и черных красок, хорошо растворяются в растительных маслах, в растворителе МП-1, образуют прочную эластичную пленку, но обладают малой стабилизирующей способностью пигмента в краске. Поэтому во многих случаях в состав связующего, кроме основной смолы, вводят в качестве стабилизатора **высоковязкие алкидные смолы**. Их получают в результате синтеза растительных масел, многоатомных спиртов, фталевого ангидрида и последующей частичной полимеризации продукта до нужной вязкости. При синтезе используют высыхающие растительные масла, поэтому молекулы алкидных смол имеют двойные связи, и процесс образования пленки происходит так же, как и у высыхающих масел за счет окислительной полимеризации (см. с. 82—83).

Для связующих печатных красок используют несколько видов алкидных смол, марки которых обозначаются начальными буквами названий входящих в них компонентов.

Например, смола на основе глицерина, фталевого ангидрида и льняного масла называется глифталевой (ГФЛ), на основе пентаэритрита — пентафталевой (ПФЛ). Некоторые марки имеют буквенный и цифровой индекс (Д-1600, ПН-52, ПН-65).

Примерное соотношение исходных продуктов при получении алкидной смолы марки Д-1600, %:

Пентаэритрит	13
Льняное масло	66
Фталевый ангидрид	21

Алкидные смолы в зависимости от степени полимеризации могут иметь вязкость в 30 — 80 Па • с. Они прозрачны, имеют желто-коричневый цвет, хорошо растворяются в растительных и минеральных маслах, керосиновой фракции и других растворителях. Их используют в большинстве случаев как один из компонентов при изготовлении связующих для типографских (высокой печати), офсетных и других красок.

Пентафталевые смолы отличаются от глифталевых более быстрым затвердеванием и образованием блестящей и прочной пленки, так как в молекулах ПФЛ содержится больше двойных связей, способных к реакциям взаимодействия.

Алкидная высоковязкая смола вводится в связующие чаще всего как дополнительная, она повышает блеск пленки, придает ей способность со временем становиться более прочной в результате окислительной полимеризации, а также улучшает смачивание пигментов и тем самым улучшает стабильность краски.

**Циклокаучук** — продукт изомеризации и циклизации изопренового каучука. Это твердая прозрачная смола от желтого до коричневого цвета с температурой плавления более 150° С, хорошо растворяется в растительных и некоторых минеральных маслах.

Циклокаучук используют чаще всего при изготовлении связующих красок глубокой печати.

**Битум**— природная смола, получаемая при переработке нефти, поэтому является дешевым пленкообразователем. **Смола** твердая, с температурой **размягчения 110 — 140° С**, черного или **темно-коричневого** цвета. Смоляная пленка получается твердой, но **темной**.

Лаковый битум марок **В** и **Г** применяют для связующих черных газетных и книжно-журнальных красок. В последнее **время** имеется тенденция к снижению содержания битума в этих красках.

Для связующих в качестве пленкообразователя могут использоваться и другие смолы, например, для флексографских и трафаретных красок — полихлорвиниловая, **шеллачная**, эпоксидная, меламиноформальдегидная и др.

### *6.1.2. Растворители*

**Почти** все современные связующие печатных красок — это растворы смол в низкомолекулярных жидкостях.

Растворение смол и полимеров рассматривают как смешение смолы и растворителя в результате диффузии, где возможны процессы сольватации и **десольватации**, ассоциации распада ассоциатов. При этом увеличение одного из **процессов** происходит за счет уменьшения другого. Поэтому растворы являются равновесными системами, состояние которых зависит от многих факторов.

Образование устойчивых растворов зависит в большой степени как от молекулярной структуры **пленкообразователя**, так и **растворителя**. Поэтому, говоря о **растворяющей способности** как важнейшем свойстве, следует иметь в виду конкретные растворитель и пленкообразователь.

В связи с использованием для связующих веществ различных, **пленкообразователей** органические растворители для них также различаются по своей природе, физическим и химическим свойствам. Это, прежде всего, продукты переработки нефти, растительные масла, спирты и другие жидкости.

Наиболее широко представлены растворители нефтяного происхождения, которые отличаются друг от друга по своим физическим свойствам и химическому составу.

Наиболее важными характеристиками, определяющими целесообразность применения растворителей для различных связующих, являются растворяющая **способность**, скорость - испарения, **цвет**, прозрачность, вязкость, огнеопасность, токсичность, чистота продукта и др. (табл. 17).

Содержание в нефтяном растворителе предельных углеводородов придает продукту слабую растворяющую способность, ароматические же соединения непредельного характера отличаются хорошей растворяющей способностью. В связи с этим растворители по отношению к конкретным смолам подразделяют на хорошие и **плохие**.

Таблица 17

## Основные свойства растворителей

Наименование растворителя	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Т кипения, °С	Вязкость, Па·с	Коэффициент испарения
Толуол	866	110—112	—	6,5
Сольвент-нафта	888	110—190	—	—
Тетралин	971	206	—	170
Минеральные масла:				
печатное МП-1	—	320	0,02—0,03	—
» МП-11	—	330	0,30	—
» МП-12	—	—	0,30	—
веретенное 12	874	320	0,03	—
индустриальное 45	—	—	0,03	—
Керосиновые фракции:				
РПК-240	—	240—265	0,001	—
РПК-280	—	280—310	0,001	—
новочеркасская				
синтетическая фракция	774	220—270	0,001	—
куйбышевская				
синтетическая фракция	—	260—290	0,001	—
Уайт-спирит	795	165—200	—	7—10
Этиловый спирт	789	78—80	—	8,3
Изопропиловый спирт	786	80	—	21
Глицерин	1263	290	—	—
Этилцеллозольв	936	135	—	—
Этилацетат	902	78	—	2,9
Бутилацетат	882	110—132	—	11,8
Диоктилфталат	1045	200—230	—	—

Большое значение имеет также способность растворителей испаряться. По степени летучести растворители подразделяют на легколетучие с коэффициентом испарения \* ниже 7 (толуол, этилацетат), среднелетучие с коэффициентом испарения в пределах 8—13 (этиловый спирт, бутилацетат), медленнолетучие с коэффициентом выше 13 (изопропиловый спирт, этилцеллозольв) и практически нелетучие растворители (минеральные и растительные масла).

Цвет и прозрачность приобретают особое значение, если растворитель предназначен для изготовления светлых связующих.

Ароматические углеводороды — толуол и сольвент-нафта хорошо растворяют многие смолы. Отличаются высокой скоростью испарения и низкой температурой воспламенения, вследствие чего очень огнеопасны, токсичны и требуют осторожного обращения. Из ароматических углеводородов для изготовления связующих используют толуол, сольвент-нафта, тетралин.

Минеральные масла по своему составу и, следовательно, свойствам непостоянны (это зависит от месторождения нефти), что отражается на их растворяющей способности. Для изготовления свя-

\* Коэффициент испарения указывает, во сколько раз медленнее испаряется данный растворитель, по сравнению с этиловым эфиром, скорость испарения которого принята за единицу.

зующих используют специальные масла для печатных красок марок МП-1, МП-11 и др. Они содержат 38 — 77% ароматических соединений, поэтому являются хорошими растворителями смол, которые используют в полиграфии.

Близко к ним по свойствам веретенное масло.

Керосиновые фракции — растворители для печатных красок марок РПК-240 и РПК-280 — имеют разную температуру кипения. Содержат 13 — 16% ароматических углеводородов, поэтому обладают меньшей растворяющей способностью, чем минеральные масла марок МП.

Синтетические углеводородные фракции получают путем синтеза, они не содержат ароматических соединений, а потому обладают плохой растворяющей способностью. Близко к ним по свойствам трансформаторное масло с содержанием ~3% ароматических соединений.

Следовательно, имея нефтяные растворители с различным групповым составом, можно, смешивая их в разных пропорциях, регулировать растворяющую способность по отношению к конкретному пленкообразователю, что очень важно при создании ряда связующих.

Спирты в полиграфии применяют при изготовлении связующих печатных красок, трехатомные спирты используют в производстве желатино-глицериновых масс для валиков, в качестве пластификатора костного клея и др. Наибольшее распространение имеют этиловый спирт-сырец, изопропиловый и этиленгликоль.

При изготовлении связующих используют эфиры (этилацетат, бутилацетат, этилцеллозольв).

Важное значение имеет при изготовлении ряда связующих натуральное льняное растительное масло — хороший растворитель большинства смол.

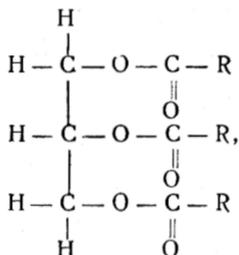
Как отмечалось выше, для большинства красок используют связующие в виде композиций, однако в соответствии с перечисленными на с. 76 процессами закрепления, связующие можно условно подразделить на группы в зависимости от преобладания того или иного процесса закрепления.

## **6.2. Химически пленкообразующие связующие (первая группа)**

Эта группа связующих образует эластичную твердую пленку в результате химических процессов. Обычно они состоят из соединений неопределенного характера, способных окисляться, полимеризоваться и образовывать трехмерные твердые полимеры или образовывать пленку в результате полимеризации при облучении (фотополимеризация) либо при реакции взаимодействия со сшивающим агентом — отвердителем.

Процесс окислительной полимеризации характерен для высыхающих растительных масел (льняное, тунговое) и алкидных смол, которые широко используются как компонент связующих.

Высыхающие растительные масла представляют собой триглицериды, т. е. сложные эфиры глицерина и различных ненасыщенных жирных кислот:



где R — кислотный остаток жирных кислот.

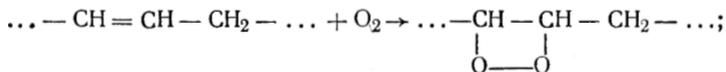
Масла, способные образовывать прочные пленки, содержат до 90% непредельных жирных кислот с одной, двумя и тремя двойными связями, например линолевою, линоленовую и др.

В маслах, кроме триглицеридов, содержится небольшое количество 0,1 — 1,0% свободных, не присоединенных к глицерину, жирных кислот и нежировых примесей (вода, красящие вещества и др.).

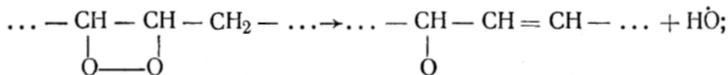
У остатков жирных кислот высыхающих масел двойные связи между атомами углерода сравнительно малопрочны, поэтому к ним легко может присоединиться кислород. В обычных условиях кислород вступает в реакцию окисления, затем возникают активные радикалы и происходит полимеризация, в результате чего образуется твердая пленка.

Образование пленки можно представить в следующем виде:

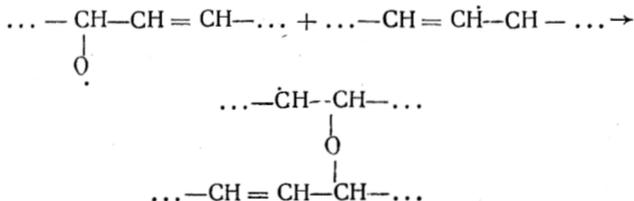
1) непредельные соединения с двойными связями образуют с кислородом воздуха перекисные соединения



2) перекисные соединения в результате своей непрочности превращаются в активные радикалы



3) активные радикалы вступают в реакцию с молекулами связующего по месту двойных связей, т. е. происходит полимеризация



При полимеризации молекулы значительно укрупняются, и образуется пространственный (трехмерный) полимер, что обуславливает твердость пленки. Процесс полимеризации может частично происходить и за счет соединения по месту двойных связей без предварительного окисления.

В действительности **пленкообразование** — более сложный химический процесс, который складывается из целого ряда быстропротекающих превращений и в большой степени зависит от числа двойных связей и их расположения в молекулах масел. С увеличением числа двойных связей скорость реакций окисления и полимеризации возрастает, следовательно, пленка образуется быстрее.

Такой же процесс протекает и при затвердевании алкидных смол, так как они содержат остатки непредельных жирных кислот.

На процесс образования пленки, как и на многие другие химические реакции, в значительной степени влияют факторы:

1) температура **внешней** среды; при повышении температуры на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  скорость образования пленки увеличивается в 2 — 3 раза;

2) действие света; скорость образования пленки на свету увеличивается в 8 — 10 раз по сравнению с реакцией, протекающей в темноте;

3) влажность воздуха; **повышенная** влажность воздуха замедляет реакцию окисления и полимеризации;

4) присутствие катализатора — сиккатива, ускоряющего **пленкообразование**, или отрицательного **катализатора** — антиоксиданта, замедляющего процесс.

Долгое время маловязкое ( $0,05 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ) льняное масло перерабатывали путем варки в натуральную полимеризованную олифу и использовали при изготовлении офсетных и типографских (высокая печать) красок. Однако процесс образования пленки протекает настолько медленно, что не может обеспечить печатание на современных скоростных машинах, поэтому натуральные льняные олифы как самостоятельные связующие не применяются.

В настоящее время льняное масло в виде продукта непродолжительной варки с вязкостью в  $0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$  применяют лишь как один из компонентов сложного связующего для красок офсетных, типографских и специального назначения с целью образования более прочной, устойчивой к различным воздействиям пленки. Продукт непродолжительной варки называется вареным или декапированным маслом. При варке льняного масла в течение 4 ч без доступа воздуха получается слабо-слабая олифа с вязкостью 10 — 15 с (по падению шарика), которая используется для приготовления красок, предназначенных для печатания по жести и др.

Сравнительно медленное образование пленки у льняного масла вызывает необходимость введения катализатора окислительной полимеризации — сиккатива — для некоторого ускорения пленкообразования.

Сиккативами называют соли жирных или смоляных кислот polyvalentных металлов, которые можно расположить в ряд по убы-

вающей активности их действия на процесс образования пленки



Соли кобальта сильнее ускоряют процесс пленкообразования, чем соли марганца, свинца или кальция.

Немаловажное значение имеет и количество введенного в краску сиккатива. Скорость пленкообразования с повышением содержания сиккатива вначале увеличивается до оптимального значения, при дальнейшем увеличении количества сиккатива скорость образования пленки падает.

Оптимальное количество сиккатива зависит от входящего в него металла и равно произведению атомной массы металла на коэффициент 0,0022.

Наиболее активно ускоряют пленкообразование смеси **сиккативов**, содержащие различные металлы. Например, при действии двойного свинцово-марганцевого сиккатива пленка у льняного масла образуется за 7 — 8 ч, а у тройного, представляющего собою смесь свинцового, марганцевого и кальциевого, за 6 — 7 ч, в то время как чистое льняное масло затвердевает за 5 — 6 суток.

С целью более равномерного и быстрого распределения в красках сиккативные металлы используются в виде солей смоляных кислот.

Сиккатив нафтенатно-кобальтовый — раствор нафтената кобальта в керосиновой фракции, он активно действует на процесс окисления и полимеризации, однако вызывает образование пленки, главным образом, в поверхностном слое, а не по всей толщине красочного слоя.

Нафтенатно-свинцовый сиккатив содержит не менее 18% свинца и представляет собой свинцовые соли нафтенновых кислот, растворенные в керосиновой фракции.

Сиккатив вводят в краски при их изготовлении, но в случае необходимости добавляют в готовую краску.

Для повышения эффективности действия рекомендуется смешанный сиккатив, состоящий из двух частей нафтенатно-кобальтового и восьми частей нафтенатно-свинцового.

Применение жидких сиккативов вызывает иногда нежелательное уменьшение вязкости краски. В этих случаях рекомендуется применять сиккативы в виде паст.

Паста сиккативная состоит из 47% смеси сиккативов, 17% парафина, 20% вазелина и 16% трансформаторного масла.

Сиккативная паста вводится в типографские и офсетные краски, при этом она не только ускоряет процесс пленкообразования, но и понижает липкость краски, что предотвращает выщипывание волокон с поверхности бумаги. Паста вводится в количестве 2 — 6% от всего веса краски, при этом консистенция краски не изменяется.

Антиоксиданты — это отрицательные катализаторы, которые замедляют химический процесс образования пленки. Применяются они в том случае, когда краска очень быстро высыхает и затвердевает на красочных валиках и форме при непродолжительных оста-

новках печатных машин. Обычно используют раствор гидрохинона (в аэрозольной упаковке), которым опрыскивают валики в случае необходимости.

Закрепление связующих в результате фотополимеризации также основано на химических процессах. Связующее содержит светочувствительную маловязкую смолу (полиамидная, полиэфирная и др.) с небольшой молекулярной массой (олигомер) и сенсибилизатор для повышения светочувствительности.

При действии ультрафиолетовых (УФ) лучей происходит фотополимеризация смолы, которая сопровождается образованием пространственной структуры, обеспечивающей закрепление связующего (и краски).

Закрепление, т. е. образование твердой прочной эластичной пленки, происходит почти мгновенно при облучении УФ-лучами, что практически не ограничивает скорости печатания на листовых и рулонных машинах высокой и офсетной печати.

Связующее не содержит растворителей, и окружающая среда не загрязняется испарениями, поэтому связующие и, следовательно, краски представляют большой интерес и являются перспективными. Однако внедрение фотополимеризующихся связующих задерживается из-за того, что УФ-лучи неблагоприятно влияют на здоровье работающих, если их источник недостаточно изолирован, а также из-за высокой стоимости по сравнению с обычными красками.

Связующие, затвердевающие в результате реакции с отвердителем, содержат реакционноспособные маловязкие смолы, например эпоксидную. Перед использованием связующего (или краски) вводят отвердитель (сшивающий агент), который, взаимодействуя со смолой, образует межмолекулярные поперечные связи. Происходит образование трехмерного полимера — твердой пленки. Пленка образуется при комнатной температуре за 15—30 мин, а при подогреве до 70—100°С за 2—3 мин. Такие связующие вводят в трафаретные краски, которыми печатают на таре и упаковке. Широкому внедрению связующих препятствуют трудности, связанные с недостаточной стабильностью свойств красок.

### 6.3. Впитывающиеся связующие (вторая группа)

Связующие состоят из пленкообразователей — твердых смол, растворенных в нелетучих органических растворителях — минеральных маслах. В зависимости от соотношения смол и растворителей получают связующие различной вязкости.

Закрепление красок, затертых на впитывающихся связующих, возможно только на пористой поверхности. При печатании на крупнопористой бумаге типа газетной маловязкая краска вначале входит под давлением формы в неровности и поры верхнего слоя бумаги. Это обеспечивает первую стадию закрепления — схватывание,

и краска не смазывается. Затем в узкие поры под действием капиллярных сил постепенно впитывается преимущественно маловязкий компонент краски — растворитель, отфильтровывая пигмент и смолу. При этом краска загустевает и затвердевает. Такое избирательное впитывание почти всегда происходит при печатании на пористых бумагах. В некоторых случаях впитывание имеет первостепенное значение и является основным процессом, обуславливающим закрепление краски, в других — впитывание происходит только в первый момент взаимодействия бумаги с краской, которая закрепляется вследствие других процессов. Характер и время впитывания может изменяться в зависимости от состава и вязкости связующего, дисперсности пигмента и структуры бумаги.

Закрепление красок на впитывающихся связующих недостаточно прочно, по сравнению с красками, содержащими другие связующие. При печатании может наблюдаться либо перетискивание, если краска недостаточно впитывается в бумагу, либо значительное ослабление интенсивности оттиска и пробивание краски на обратную сторону бумаги, если краска сильно впитывается.

Для связующих этой группы очень важно, чтобы смола — пленкообразователь — имела возможно большую температуру размягчения ( $> 100^\circ \text{C}$ ), так как от этого зависит скорость закрепления краски и образование в меру прочной, эластичной и неразмываемой пленки. Смола должна неограниченно растворяться в растворителях — минеральных маслах — и стабилизировать пигментную суспензию.

Связующие, закрепляющиеся впитыванием, используют для черных газетных и книжно-журнальных типографских красок. Они имеют низкую вязкость и предназначены для ротационных машин.

Черные ротационные типографские краски для печатания газет и книжно-журнальной продукции изготавливают на связующем следующего состава, %:

Битум лаковый марки Г	18—27
Минеральное машинное масло	82—73

С целью ускорения процесса закрепления красок при печатании на ротационных машинах, работающих на больших скоростях, была разработана черная газетная краска на связующем, содержащем минеральное масло МП-12 повышенной вязкости. В масле МП-12 увеличено количество ароматических соединений, которые выполняют роль стабилизатора пигмента в краске. Несколько повышенная вязкость масла МП-12 (0,3 Па · с) позволяет частично или полностью отказаться от введения битумной смолы. Такая краска быстро закрепляется при впитывании в поры бумаги, а частицы пигмента удерживаются в межволоконных промежутках. Однако краска смазывается на оттисках при механическом воздействии, качество изображения получается невысоким, вследствие чего краска не нашла широкого применения.

Стоимость впитывающихся связующих невысока, так как для их изготовления используют дешевое сырье, и способ изготовления их

прост. Однако следует помнить, что при **печатании** состав и вязкость краски должны находиться в соответствии с впитывающей способностью бумаги.

#### **6.4. Связующие, закрепляющиеся в результате испарения растворителя (третья группа)**

Связующие представляют собой растворы **твердых смол** в **быстро-, средне- и медленнолетучих органических растворителях**.

Связующие на **быстролетучих растворителях** используют главным образом для красок **глубокой печати**.

При печатании на бумаге такими красками **вначале** наблюдается небольшое впитывание связующего, но в **основном** закрепление происходит за счет интенсивного испарения растворителя, в результате чего увеличивается концентрация смолы и повышается ее вязкость. К моменту почти полного испарения растворителя на поверхности оттиска образуется твердая смоляная пленка с равномерно распределенными в ней частицами пигмента.

На процесс испарения в значительной степени влияет ряд внешних факторов: температура, влажность воздуха, скорость удаления паров растворителя и др. Например, при повышении температуры от 20 до 40° С интенсивность испарения растворителя увеличивается более чем в два раза. Еще значительней увеличивается скорость испарения при одновременном повышении температуры и **быстром** удалении паров. Поэтому для ускорения закрепления краски на машинах глубокой печати устанавливают сушильные устройства различного типа.

Для связующих в качестве **быстролетучего растворителя** используют толуол, а основным пленкообразователем служит смола — резинат цинка и кальция, используют также смолы типа РЛ-40, которые обладают **лучшей** стабилизирующей способностью и образуют хорошую пленку. Для придания пленке большей прочности вводят раствор этилцеллюлозы, а для повышения эластичности — раствор циклокаучука.

Обычно связующие красок глубокой печати, которые называют также лаками, содержат в среднем **40%** смолы (от одного до трех видов) и **60%** растворителя. Особенностью этих связующих веществ является их малая вязкость.

В ряде случаев с целью некоторого замедления процесса испарения в связующее вводят небольшое количество медленнолетучего растворителя, например уайт-спирита, изопропилового спирта.

Введение медленнолетучего растворителя необходимо при печатании на машинах, работающих на **небольших скоростях**. При этом следует иметь в виду, что при **небольшой скорости** испарения растворителя увеличивается глубина впитывания жидкой краски. В связи с этим понижается интенсивность оттиска, а также замедляется закрепление краски в первой стадии — схватывание. Поэтому при **высоких скоростях** печатания время схватывания не должно превышать **0,5 с**, а коэффициент испарения растворителя — **8**.

При производстве красок глубокой печати вначале готовят смол-  
яные растворы — лаки с небольшой вязкостью в 0,3 — 0,4 Па · с,  
затем из нескольких лаков с добавлением растворителя составля-  
ют связующее.

Примерный состав связующего, %:

Резинат цинка и кальция 60%-ный р-р	63—66
Этилцеллюлоза, 10%-ный р-р	5—6
Циклокаучук, 50%-ный р-р	11—12
Толуол	16—20

Толуольные связующие обеспечивают получение продукции вы-  
сокого качества и нормальное течение процесса печатания, но име-  
ют ряд существенных недостатков: они вредны для здоровья чело-  
века при скоплении паров выше допустимого предела, поэтому в  
цехах глубокой печати необходимо устанавливать приточно-вытяж-  
ную вентиляцию. Кроме того, они огнеопасны и требуют особой  
осторожности в обращении с ними.

Связующие на среднелетучих растворителях  
используют для красок, предназначенных для печатания на непи-  
тываемых поверхностях — целлофане, алюминиевой фольге, обра-  
ботанной полиэтиленовой пленке.

Все эти связующие представляют собой растворы твердых  
смол в растворителях с различной летучестью. Образование проч-  
ной пленки происходит при испарении растворителя. При печата-  
нии на непитываемых поверхностях достаточно прочное сцепле-  
ние краски с запечатываемым материалом обеспечивается введе-  
нием в связующее соответствующего растворителя-пластификато-  
ра, немного размягчающего поверхность материала, или использо-  
ванием смол, совмещающихся с запечатываемым материалом.

Связующие для красок глубокой печати содержат среднелету-  
чий растворитель — бутилацетат и смолу — поливинилхлорид.  
При необходимости добавляют и другие смолы.

Примерный состав связующего для универсальных красок глу-  
бокой печати, предназначенных для печатания на непитываю-  
щих поверхностях, %:

Раствор виниловой смолы в бутилацетате 9%-ный	89
Эпоксидная смола	11

Связующее содержит среднелетучий растворитель (бутилаце-  
тат), поэтому при печатании оттиски обязательно должны прохо-  
дить через сушильное устройство.

Связующие для флексографских универсальных красок пред-  
ставляют собой растворы натуральных или синтетических смол в  
среднелетучем растворителе, чаще всего в этиловом техническом  
спирте с добавлением других компонентов.

Примерный состав связующего для красок серии ФУШЛ  
(флексографские, универсальные на основе шеллачной смо-  
лы), %:

Шеллачный 35%-ный р-р в спиртоэтилацетате	87
Меламиноформальдегидная смола	10
Дибутилфталат	3

Краски серии ФУШЛ предназначены для печатания на невпитывающих материалах с обязательным прохождением оттисков через сушильные устройства.

Связующие для трафаретных красок серии ТНПФ содержат пентафталевую смолу и среднелетучий растворитель — уайт-спирит. В качестве пленкообразователя может быть использована алкидно-стирольная смола. Краски на таких связующих используют для печати на целлофане, алюминиевой фольге, жести, триацетатной и обработанной полиэтиленовой пленках. Закрепление происходит в результате испарения растворителя и длится в естественных условиях около 4 ч, а при температуре 120° С — 30—40 мин.

Скорость закрепления можно регулировать в некоторых пределах введением различных по своей летучести растворителей. Например, для замедления затвердевания в краски рекомендуется вводить керосиновую фракцию с температурой кипения 230—290° С.

Связующие с медленнолетучими растворителями предназначаются для типографских и офсетных красок. Закрепление происходит при испарении растворителя под действием тепла. Применяются для изготовления красок, которыми печатают на быстроходных рулонных машинах. Они состоят из одного или нескольких видов смол, растворенных в медленнолетучих растворителях. Такие растворители обеспечивают при обычной температуре достаточную устойчивость краски при раскате и накате, но при подогреве, когда оттиски с большой скоростью проходят через сушильное устройство с открытым газовым пламенем, вязкость краски понижается, происходит впитывание, быстрое испарение растворителей, и на запечатанной поверхности остается смоляная пленка с пигментом.

Обычно в качестве растворителя используют керосиновые фракции (РПК-240) и легкие минеральные масла (МП-1). Вторым компонентом, образующим пленку, является смола, чаще всего СФ-460 и СФ-461.

Примерный состав связующего, %:

Смола СФ-461	25
Смола М-80	26
Керосиновая фракция РПК-240	38
Трансформаторное масло	11

Для закрепления связующего (краски) необходимо специальное сушильное устройство и вентиляционная установка. Краски, полученные на подобных связующих, при печатании в таких условиях быстро закрепляются на оттиске при сравнительно небольшом впитывании. В результате получают интенсивные оттиски с прочной пленкой без пробивания краски на обратную сторону и без отмарывания. Такими красками можно печатать многокрасочную продукцию при наложении краски на краску. Например, офсетными и типографскими красками печатают иллюстрирован-

ные журналы и упаковочную продукцию на быстроходных ротационных рулонных машинах. Однако применение красок вызывает большой расход энергии.

#### **6.5. Связующие, ускоренно закрепляющиеся при отделении комбинированного (хорошего и плохого) растворителя (четвертая группа)**

Главными компонентами связующего являются пленкообразователь — смола и два растворителя, причем один из них обладает хорошей растворяющей способностью по отношению к данной смоле, а другой растворитель — плохой.

При полном растворении смолы в хорошем растворителе происходит не только разделение смолы до молекулярного состояния, но и сольватация молекул смолы молекулами растворителя, что придает раствору стабильность (рис. 15, *а*). При добавлении в смоляной раствор плохого растворителя растворяющая способность хорошего растворителя понижается. Происходит процесс частичной десольватации, когда некоторые молекулы смолы освобождаются от стабилизирующего сольватного слоя и агрегируются (рис. 15, *б*). Вязкость вследствие этого возрастает. При дальнейшем добавлении плохого растворителя к раствору смолы растворяющая способность хорошего растворителя понижается и, в конце концов, наступает критический момент, когда ранее растворенная смола отделяется от растворителя (высаживается) (рис. 15, *в*).

Соотношение плохого и хорошего растворителей, при котором наступает высаживание смолы, называется числом разбавления и характеризуется **отношением**

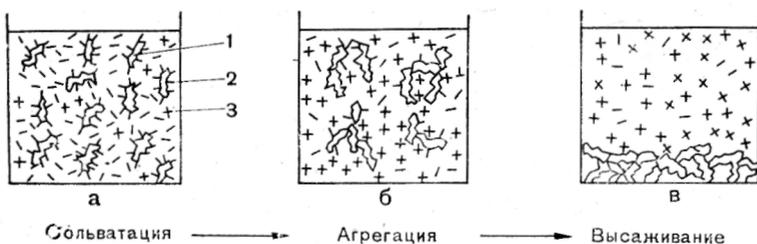
$$R = \frac{a}{m},$$

где ***a*** — предельное количество добавленного плохого растворителя;

***m*** — количество хорошего растворителя.

Число разбавления различно в каждом конкретном случае, оно зависит от природы смолы и ее концентрации, природы хорошего и плохого растворителей.

Поскольку сольватация и десольватация — процессы обратимые, то при увеличении содержания хорошего растворителя увеличивается сольватация, растет стабилизация и снижается агрегация. Плохой растворитель, наоборот, уменьшая растворяющую способность хорошего растворителя, подводит систему (связующее вещество) к критическому состоянию, а также придает связующему нужную вязкость. При создании связующих практическое значение имеют системы (смола, хороший и плохой растворители), сравнительно близко подведенные к критическому состоянию, где скорость закрепления в основном обеспечивается двумя факторами:



**Рис. 15. Схема структуры смолы в смеси с хорошим и плохим растворителями:**

1 — молекулы смолы, 2 — молекулы хорошего растворителя, 3 — молекулы плохого растворителя; а — значительное преобладание хорошего растворителя (молекулы смолы сольватированы), б — смесь хорошего и плохого растворителей (молекулы смолы менее сольватированы, частично произошла агрегация их), в — значительное преобладание плохого растворителя (укрупненные агрегаты отделились от растворителей, произошло высаживание)

1) более легким и быстрым отделением растворителей от смолы, так как молекулы смолы менее сольватированы и менее прочно удерживают жидкую фазу;

2) загустеванием и образованием смоляной пленки при отделении меньшего количества растворителей (впитывание, испарение), так как вязкость такой системы выше вследствие частичной агрегации молекул смолы, чем вязкость смоляного раствора только в хорошем растворителе. Все это обуславливает быстрое течение процесса закрепления связующего (и краски) на первой стадии — схватывании.

После схватывания и образования смоляной пленки, которая препятствует перетискиванию и смазыванию краски, наступает дальнейшее затвердевание, которое чаще всего происходит вследствие химического пленкообразования, так как в состав связующего входят растительные масла, используемые в качестве растворителя, а также алкиды.

Система — смола, хороший и плохой растворитель — должна обеспечивать достаточную стабильность краски до печатания при ее хранении и в процессе печатания. При нанесении связующего (или краски) на пористую поверхность бумаги жидкая фаза быстро впитывается и происходит схватывание, что дает возможность печатать на больших скоростях. Поэтому важно при печатании красками на таких связующих использовать мелкопористую гладкую или мелованную офсетную и типографскую бумагу.

Мелкие поры избирательно впитывают маловязкие растворители, и на поверхности бумаги остаются смола и пигмент, оттиски получаются четкими и насыщенными. Еще бóльшая скорость закрепления наблюдается при печатании на машинах с сушильным устройством. В этом случае происходит отделение жидкой фазы за счет впитывания и испарения.

Обычно в состав связующих, используемых для красок офсетной и высокой печати, входят следующие компоненты:

— твердая смола или смесь твердых смол, обеспечивающих образование прочной нелипкой глянцевой пленки;

— алкидная высоковязкая смола, которая придает устойчивость пигментным суспензиям (краскам) и в результате окислительной полимеризации упрочняет пленку при окончательном закреплении;

— хороший растворитель для используемых смол;

— плохой растворитель, понижающий растворяющую способность хорошего растворителя и, следовательно, подводящий систему возможно ближе к критическому состоянию;

— добавки — сиккатив, ускоряющий процесс окислительной полимеризации и др.

Примерный состав связующего, %:

Смола СФ-461	34
Алкидная смола	14
Льняное масло (хороший растворитель)	30
Синтетическая керосиновая фракция с $t$ кипения 260—290° С (плохой растворитель)	22

Для изготовления таких связующих чаще всего используют смолы: пентаэритритовый эфир малеинизированной канифоли (ПЭМАК или марки М-80), на основе феноло-формальдегидных смол — СФ-460, СФ-461, серии РЛ, пентаэритритовый эфир димеризованной канифоли (Элкан, Пенталин К) и др.

Хорошими растворителями для этих смол являются растительные масла (льняное, тунговое), минеральное масло МП-1 с повышенным количеством ароматических соединений. Плохими растворителями — синтетическая углеводородная фракция с  $t$  кипения 260—290° С, керосиновые фракции РПК-240, РПК-280.

Используя в различных сочетаниях смолы, хорошие и плохие растворители, можно создать целый ряд связующих. Однако с целью сокращения неоправданно широкого ассортимента связующих в настоящее время ведутся работы по созданию универсальных связующих для типографских и офсетных красок.

Краски на связующих, содержащих систему смола — хороший — плохой растворители, закрепляются быстро в первоначальной стадии и обеспечивают нормальное печатание на двух- и четырехкрасочных машинах без противотомарочных средств.

Необходимо помнить, что при печатании второй и последующими красками при четырехкрасочной печати происходит частичное наложение красочных слоев, что затрудняет отфильтровывание жидкой части связующего, и закрепление краски протекает медленнее. Поэтому на печатных машинах рекомендуется применять принудительную сушку и обдувку воздухом. При этих условиях, кроме впитывания жидких компонентов связующего, происходит испарение, поэтому краски даже в третьем слое закрепляются очень быстро, что обеспечивает возможность печатать на высокоскоростных ротационных машинах высокой и офсетной печати.

## 6.6. прочие связующие

Кроме рассмотренных основных видов связующих, могут быть использованы и другие. Например, связующие, известные под названием **паро- или водозакрепляющиеся**. Они представляют собой стабильную трехкомпонентную систему из смолы, нерастворимой в воде, растворителя, который легко поглощает влагу, но имеет низкий коэффициент разбавления водой, и очень малого количества воды, поглощенной из воздуха. Оттиск, полученный краской, содержащей такое связующее, сразу подвергается обдувке паром в паровой камере или обрызгиванию водой, при этом количество воды в связующем превышает предел разбавляемости, водонерастворимая смола высаживается, образует пленку, а освобожденный растворитель постепенно впитывается в бумагу. Закрепление краски на поверхности — схватывание — происходит почти мгновенно.

Для приготовления подобных связующих используют водонерастворимые смолы: глицериновый эфир канифольно-малеинового аддукта, 100%-ная фенолоформальдегидная новолачная смола и др. Эти смолы способны растворяться в полигликолях при ограниченном содержании воды. В качестве высокогигроскопических растворителей обычно используют многоатомные спирты (глицерин, гликоли).

Краски на таком связующем имеют некоторые недостатки, поэтому они используются главным образом для печатания на упаковочном, предварительно увлажненном картоне. При соприкосновении краски с влажным печатным материалом происходит высаживание смолы, и, следовательно, закрепление краски без дополнительной обработки оттисков водой или паром.

**Термопластичные** связующие представляют собой в обычных условиях твердую с относительно низкой температурой плавления термопластичную смолу в смеси с воском и парафином. Перед печатанием твердую краску расплавляют в красочном ящике и наносят на подогретую форму. При переходе с формы на бумагу расплавленная краска (термокраска) в результате охлаждения почти мгновенно переходит в твердое состояние. При таком быстром загустевании краски отсутствует процесс впитывания.

Практическое значение имеют краски для глубокой печати при нанесении изображения на полиэтилен, используют их и в трафаретной печати.

Преимущество этих связующих в отсутствии растворителей и быстром закреплении. Однако использование термокрасок сопряжено с затруднениями, вызванными необходимостью подогревать их во время печатания.

**Комбинированные** связующие представляют собой смесь целого ряда компонентов, которые обеспечивают закрепление краски на оттиске, ее необходимую вязкость, липкость, стабильность и другие свойства. Основные процессы, обеспечивающие закрепление (впитывание, испарение, химическое пленкообразование

и др.), проявляются в различных комбинациях. Чаще всего имеют место комбинации процессов впитывания и химического пленкообразования.

Смесевое сложное связующее не подведено к критическому состоянию, поэтому при нанесении краски на пористую бумагу происходит частичное впитывание маловязких компонентов и некоторое отфильтровывание смолы с пигментом, присутствие льняного масла затем обеспечивает образование пленки за счет химических процессов окисления и полимеризации.

Могут быть также связующие, где процесс закрепления происходит в результате испарения в комбинации с химическим пленкообразованием. Такие связующие используются чаще всего при изготовлении флексографских и трафаретных красок для печатания на невпитывающих материалах.

## Глава 7.

### **Производство печатных красок**

Печатные краски представляют собой пигментные суспензии, поэтому процесс их изготовления складывается из стадии перемешивания компонентов краски, в результате чего происходит частичное смачивание пигмента связующим, и стадии перетира для достижения требуемой степени диспергирования и равномерного распределения пигмента в связующем, а также придания краске стабильности, устойчивости системы.

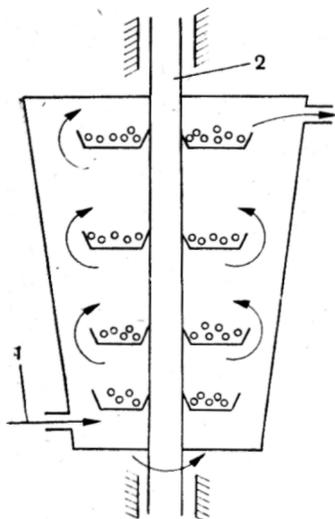
Для изготовления красок, значительно различающихся по своим свойствам, используются различные виды оборудования и технологические процессы.

#### **7.1. Изготовление черных ротационных газетных красок**

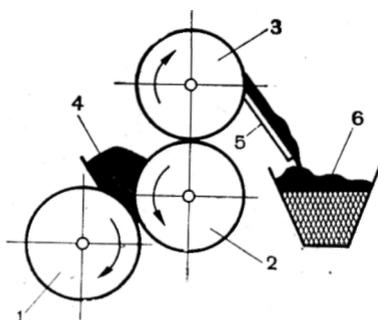
Вначале готовят полуфабрикаты — сажевую пасту и подцветку плав индулина. Весь пигмент — сажу и часть связующего — загружают в замесочную машину (смеситель) и перемешивают до получения однородной пасты. С целью повышения производительности труда перемешивание ведут при  $t\ 140^\circ\text{C}$ , что улучшает смачивание пигмента связующим веществом и сокращает время перемешивания. Охлажденную до  $60^\circ$  пасту пропускают через несколько последовательно установленных быстроходных диспергаторов (бисерные мельницы).

В закрытом кожухе бисерной мельницы с большой скоростью вращается стержень с тарелками, на которые насыпаны стальные или стеклянные шарики диаметром 6—10 мм, перетирающие пасту до нужной степени перетира (рис. 16). Затем сажевую пасту разбавляют минеральным маслом в турбинной мешалке до нужной вязкости, туда же вводят заранее приготовленную подцветку — плав индулина.

Краску, отвечающую требованиям технических условий, фильтруют и разливают в автоцистерны.



**Рис. 16. Бисерная мельница:**  
1 — подача замеса, 2 — ротор с  
мельющими телами



**Рис. 17. Схема трехвальной краскотерочной машины:**  
1, 2, 3 — металлические цилиндры; 4 —  
бункер с перетираемой краской (замесом); 5 — нож, снимающий краску, 6 —  
перетертая краска

В последние годы, в связи с развитием ротационной печати, изготовление черных красок переведено на автоматизированное производство, где используются высокоскоростные диспергаторы для перемешивания замеса и бисерные мельницы для перетирания краски.

## 7.2. Изготовление густых типографских и офсетных красок

Для этих красок используют в основном сухие пигменты. При «X» фильтрации и высушивании мелкие первичные частицы пигмента слипаются и образуют агрегаты, т. е. более крупные частицы. Поэтому основная задача производства красок из сухих пигментов сводится к возможно полному разрушению агрегатов в связующем с одновременной стабилизацией частиц.

Учитывая, что красочные заводы выпускают широкий ассортимент типографских и офсетных красок, экономически и технологически целесообразно готовить вначале полуфабрикат из того или иного пигмента, а потом на основе полуфабриката изготавливать краски разного назначения и соответствующих свойств.

Полуфабрикат готовят из сухого пигмента и специального лака — раствора смолы в растворителе. Для этого перемешивают в мешалке пигмент с лаком и оставляют в покое на 10—20 ч для лучшего смачивания пигмента связующим. Затем замес перетирают 2—4 раза на трехвальной краскотерочной машине (рис. 17). Полученный высоковязкий концентрированный полуфабрикат перемешивают в быстроходном смесителе с остальными компонентами краски и доводят до требуемой вязкости. Приготовленную краску помещают на 10 ч в камеру с обогревом для созревания.

ния — для более полного смачивания пигмента связующим, а затем расфасовывают.

На Торжокском заводе полиграфических красок внедрен более совершенный способ изготовления густых красок для офсетной и высокой печати. Замес производят в мощных **ДИССОЛЬВЕРАХ** — смесителях. Для лучшего смачивания пигмента связующим предусмотрена стадия «вызревания» замеса с введением поверхностно-активных веществ. Деагрегирование (перетир) осуществляется на бисерных мельницах.

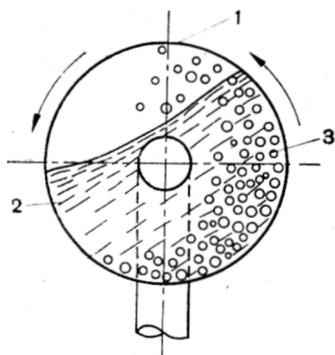
При изготовлении некоторых цветных красок применяют и другой способ, когда используют не сухой пигмент, а водную пасту, содержащую до 50% воды (пигмент только отфильтрован после получения). В этом случае водную пигментную пасту перемешивают со связующим и поверхностно-активным веществом, улучшающим смачивание пигмента связующим, в результате чего происходит отделение основной части воды от пигмента за счет избирательного его смачивания связующим и образования сольватных оболочек. Полученный замес после отбивки воды перетирают один раз на закрытых кожухом краскотерочных машинах. Удалению остатков воды способствует подогрев перетирающих валов и создание в машине вакуума. Такой способ обеспечивает получение красок лучшего качества по цветовым характеристикам и степени перетира.

Черные офсетные и типографские краски, предназначенные для печатания на листовых **машинах**, получают из пигмента, предварительно смоченного водой с последующим ее удалением. Известно, что сажа плохо смачивается связующим и с трудом деагрегируется. Для облегчения и ускорения процесса перетира сажу смачивают водой и добавляют **небольшое** количество изопропилового спирта — поверхностно-активного вещества. Вода при смачивании сажи разрушает гранулы и агрегаты, а поверхностно-активное вещество способствует **лучшему** смачиванию сажи связующим. Вода же отделяется и сливается, а затем испаряется при нагреве до 80—90°С и создании в смесителе вакуума. После этого краска легко перетирается на краскотерке.

### 7.3. Производство красок, содержащих летучие растворители

Процесс изготовления этих красок существенно отличается от процесса изготовления красок типографских и офсетных.

Черные краски готовят следующим образом. В турбомешалках приготавливают замес из всего объема пигмента и половины связующего. После перемешивания масса поступает в шаровую мельницу, которая представляет собой герметически закрытый барабан, частично заполненный стальными или фарфоровыми шариками (рис. 18). Барабан с массой вращается, и шары перетирают краску. Этот процесс длится около 20 ч. Затем краску пропускают через магнитный фильтр и направляют в смеситель, где к краске добавляют остальную часть связующего, корректируют



**Рис. 18.** Схема шаровой мельницы для изготовления красок, содержащих летучие растворители:

1 — барабан мельницы, 2 — перетираемая краска, 3 — мельющие шары

ее вязкость и перед разливом в бидоны еще раз фильтруют через мелкие сита.

Производство таких красок связано с применением легковоспламеняющихся и химически вредных веществ, поэтому в цехах устанавливают приточно-вытяжную вентиляцию и принимают строгие противопожарные меры.

При изготовлении цветных красок, благодаря хорошему смачиванию цветных пигментов связующим, исключена операция приготовления замеса, и в шаровую мельницу с фарфоровыми шарами загружается весь пигмент и часть связующего. Перетир пасты в мельнице продолжается 15—60 ч (в зависимости от свойств пигмента) до необходимой степени перетира. Из мельницы паста перекачивается в смеситель, где она перемешивается с оставшейся частью связующего,

доводится до нужной вязкости, фильтруется и затем разливается в тару.

При производстве сравнительно небольших количеств краски могут быть использованы атриторы — цилиндрические, заполненные шарами, емкости со сферическим дном. Внутри атритора имеется лопастная мешалка, при вращении которой шары перетирают пигмент с частью связующего. Затем краску в атриторе разбавляют оставшимся связующим, корректируют ее вязкость и фильтруют на вибросите.

## Глава 8.

### **Свойства печатных красок**

Свойства печатных красок во многом определяют качество полиграфической продукции и режим процесса печатания, поэтому к краскам предъявляется ряд важных требований:

1) они должны обладать определенными оптическими свойствами и обеспечивать получение изображений, по возможности близких к оригиналу; 2) для получения оттисков высокого качества во всем тираже краски должны быть однородными, не должны расслаиваться и содержать крупных частиц пигмента; 3) должны достаточно быстро и прочно закрепляться на поверхности печатного материала; 4) липкость и реологические свойства красок должны обеспечивать нормальное течение технологического процесса печатания.

## 8.1. Оптические свойства печатных красок

К оптическим свойствам относятся цветовые характеристики, прозрачность, интенсивность, глянец, светостойкость и устойчивость цвета красок к действию растворителей и реактивов. Эти свойства в основном зависят от пигмента, но сочетание свойств пигмента и связующего тоже оказывает влияние на оптические свойства.

### 8.1.1. Цветовые характеристики красок

Цвет — это результат зрительного ощущения, которое зависит от условий освещения, расстояния до рассматриваемого предмета и других факторов.

Видимый свет — это смесь излучений с различными длинами волн, причем каждой длине волны соответствует определенный спектральный цвет излучения.

Основные участки спектральных цветов имеют следующие границы (приблизительно):

Длина волны, нм	Цвет
400—440	сине-фиолетовый
440—480	синий
480—490	голубой
490—550	зеленый
550—560	желто-зеленый
560—570	желтый
570—600	оранжевый
600—720	красный

Все существующие цвета делятся на ахроматические (бесцветные) и хроматические (цветные).

Если вещества (тела, краски) отражают равномерно по спектру все видимые лучи от 390 до 760 нм, то они имеют ахроматический цвет. К ахроматическим относятся белые, все серые и черные цвета.

Например, белая мелованная бумага отражает 84% всех падающих на нее лучей, бумага № 2 — 75%, газетная — 65%, серая оберточная — 40% (рис. 19). Вещества, отражающие небольшое количество падающего света (7—10%), практически имеют черный цвет.

Белые цвета поглощают свет в очень небольшом количестве, серые — в зависимости от их светлоты, а черные поглощают большую часть падающего света.

В природе не существует идеально черного вещества (тела), которое бы полностью поглощало свет, и идеально белого, отражающего весь упавший на него свет.

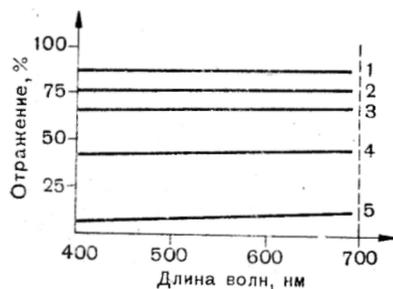


Рис. 19. Спектральные кривые отражения световых лучей поверхностями бумаги и черной краски:

1 — мелованная бумага; 2 — печатная № 2; 3 — газетная; 4 — серая оберточная; 5 — черная краска на бумаге

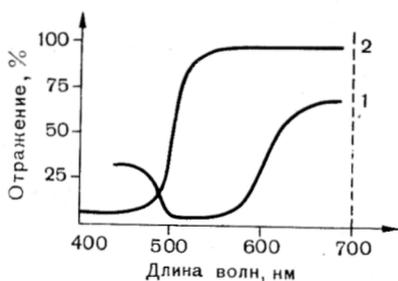


Рис. 20. Спектральные кривые красок: 1 — пурпурной, 2 — желтой

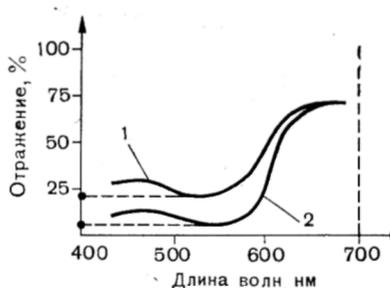


Рис. 21. Спектральные кривые пурпурной краски: 1 — малой насыщенности, 2 — высокой насыщенности

В отличие от ахроматических, хроматические цвета не в одинаковой степени поглощают и, следовательно, отражают лучи различных длин волн.

Способность тел отражать хроматические (спектральные) излучения часто выражают спектральными кривыми отражения, где по оси ординат откладывают коэффициенты отражения, а по оси абсцисс — длины волн. Например, краска пурпурного цвета поглощает преимущественно лучи со средним значением длин волн (500—600 нм), а отражает — коротко- и длинноволновые (рис. 20). Тела и поверхности желтого цвета поглощают коротковолновые лучи, приблизительно от 400 до 500 нм, а отражают средне- и длинноволновые. Такое поглощение называется избирательным.

При избирательном поглощении отраженные лучи с различными длинами волн суммируются, и, попадая на сетчатку глаза, вызывают ощущение цвета.

Характер избирательного поглощения является специфической особенностью окрашенных тел, красок, обладающих способностью поглощать в определенных соотношениях лучи с той или иной длиной волны. Поэтому комбинации поглощенных и, следовательно, отраженных лучей света как в качественном, так и в количественном соотношении могут быть самыми различными, что и является причиной многообразия хроматических цветов.

Все хроматические цвета характеризуются тремя основными показателями: цветовым тоном, насыщенностью (чистотой) и светлотой (яркостью).

По цветовому тону хроматические цвета делятся на красные, оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синие и др.

Цвета, обладающие одним и тем же цветовым тоном, могут различаться по светлоте. Например, красный цвет может быть светлым и темным. Светлота цвета характеризуется коэффициентом отражения, который равен отношению отраженных лучей к количеству упавшего на тело света:

$$\rho = \frac{L_{\text{отр}}}{L_{\text{уп}}},$$

где  $\rho$  — светлота (яркость);

$L_{отр}$  — количество отраженного света;

$L_{уп}$  — количество упавшего света.

Одинаковой светлотой могут обладать цвета, различные по цветовому тону, например светло-голубой и светло-розовый. Светлота — это количественная характеристика, так как она зависит от общего количества отраженного света.

Кроме того, цвета, обладающие одинаковым цветовым тоном, могут различаться по своей насыщенности. Цвет будет тем более насыщенным, чем больше он отличается от ахроматических цветов. На рис. 21 приведены спектральные кривые пурпурной краски разной насыщенности. Если провести прямые линии, параллельные оси абсцисс, через точки минимального отражения, то площади, заключенные между ними и осью абсцисс, дадут приблизительное представление о содержании ахроматического света во всем отраженном. Более насыщенный пурпурный цвет содержит 6% ахроматического, менее насыщенный — 23%.

Цветовой тон и насыщенность являются качественными характеристиками цвета, т. е. определяют его цветность.

Цветовой тон может быть охарактеризован эквивалентной длиной волны спектрального цвета.

Насыщенность цвета характеризуется значением чистоты цвета монохроматического излучения того же цветового тона, что и исследуемый образец:

$$P = \frac{B_{\lambda}}{B_{\lambda} + B_{б}} \cdot 100,$$

где  $P$  — насыщенность,

$B_{\lambda}$  — энергия монохроматического излучения того же цветового тона, что и исследуемый образец;

$B_{б}$  — энергия белого света.

Насыщенность спектрального цвета, следовательно, равна 100%, так как  $P = \frac{B_{\lambda}}{B_{\lambda} + 0} \cdot 100$ , а ахроматического — нулю, т. е.

$$P = \frac{0}{0 + B_{б}} \cdot 100 = 0.$$

Так как каждый цвет характеризуется тремя показателями, то все многообразие цветов располагают в трехмерном пространстве в виде конуса, где центральной осью является линия расположения ахроматических цветов.

Для объективной характеристики цвета используют приборы — колориметры, в которых любой цвет получают путем смешения трех основных стандартных излучений — красного ( $X$ ), синего ( $Y$ ) и зеленого ( $Z$ ). Находят количества ( $A$ ,  $B$  и  $C$ ) основных цветов, необходимых для воспроизведения испытуемого, затем в системе координат можно выразить количественно цветовой тон, светлоту и насыщенность. Например, светлоту выражают суммой трех основных излучений:

$$A_x + B_y + C_z.$$

Для измерения цвета может быть также использован колориметр, при помощи которого цвет измеряется и изображается графически на стандартном цветовом графике. Для измерения и записи цвета широко применяется спектрофотометр. Полученная по его показаниям спектральная кривая показывает относительное отражение лучей по спектру от испытуемого образца и служит основанием для суждения о цветовых свойствах поверхностей (в том числе и красок).

В целях упрощения характеристики и анализа цвета была предложена трехзональная система с зоной отражения синих лучей 400—500 нм, зеленых 500—600 нм и красных 600—700 нм. Спектрофотометрическая кривая заменяется тремя отрезками прямых, параллельных оси абсцисс, каждая из которых выражает интегральное отражение в пределах одной зоны.

Яркость в общем случае выражается отношением значений трех коэффициентов отражения к упавшему свету, принятому за 100%:

$$B = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{3 \cdot 100} \cdot 100,$$

где  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  — коэффициенты отражения соответственно зонам красных, зеленых и синих лучей.

Насыщенность характеризуется долей хроматического отраженного света:

$$P = \frac{(B_1 - B_{\min}) + (B_3 - B_{\min})}{B_1 + B_2 + B_3} \cdot 100,$$

где  $B_1$  и  $B_3$  — соответственно коэффициенты отражения синей и красной зон;

$B_{\min}$  — наименьший зональный коэффициент отражения, в данном случае, зеленой зоны —  $B_2$ .

Два цвета можно считать одинаковыми лишь при условии совпадения показателей всех трех его характеристик — цветового тона, светлоты и насыщенности.

Цветовые свойства печатных красок являются важнейшими, так как от них зависит качество передачи цвета изображения на оттисках. Однако следует помнить, что цвет краски на оттиске зависит от спектрального состава источника света, поэтому при оценке полиграфической продукции необходимо использовать естественное освещение или люминесцентные лампы дневного света.

Особое значение имеют цветовые свойства красок, предназначенных для трех- и четырехкрасочной печати. При последовательном наложении прозрачных красок (голубая, желтая, пурпурная) в результате трехцветного, в основном субтрактивного, синтеза на оттиске получаются различные цвета.

Краски для трехкрасочной печати должны быть прозрачными и по возможности более полно поглощать одну из трех цветовых зон спектра и отражать две другие зоны, т. е. быть по возможности насыщенными и светлыми.

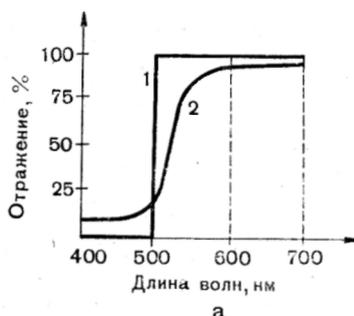


Рис. 23. График цветового охвата:  
1 — триадные краски, 2 — обычные (нетриадные) краски

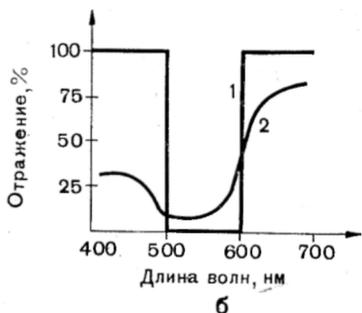
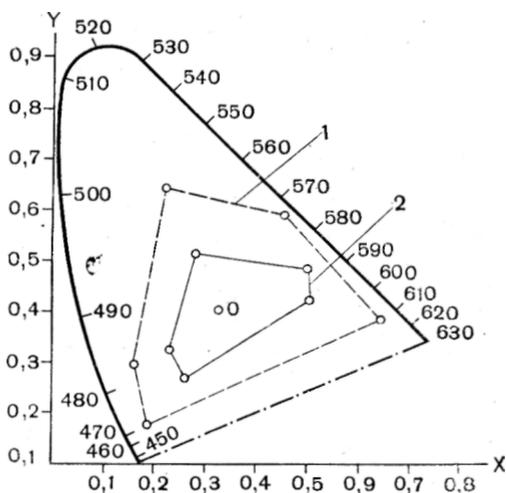
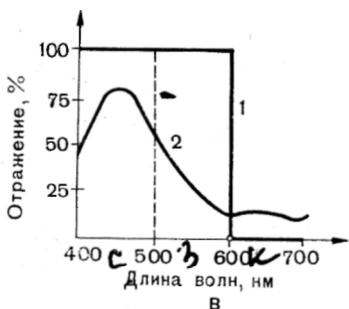


Рис. 22. Спектральные характеристики идеальных и реальных печатных красок для трехкрасочной печати:

1 — идеальные краски, 2 — реальные краски;  
а — желтая 2513-531 с пигментом желтым прозрачным,  
б — пурпурная 2513-23 с лаком рубиновым СК, в —  
голубая 2513-331 с пигментом голубым фталоцианиновым



Желтая краска должна поглощать лучи синей зоны и отражать лучи двух других зон, т. е. зеленой и красной. Краска пурпурного цвета должна поглощать лучи зеленой зоны ( $\lambda=500-600$  нм) и отражать (пропускать) лучи синей и красной зон. Наконец, голубая краска должна поглощать лучи красной зоны ( $\lambda=600-700$  нм) и отражать двух других =  $400-500$  и  $500-600$  нм).

Красок, которые бы полностью отвечали этим требованиям, в природе не существует. Они называются идеальными.

Спектральные кривые отражения красок идеальных и реальных, используемых для трехкрасочной печати, приведены на рис. 22, где видно, что спектральные кривые реальных красок отличаются от идеальных по полноте поглощения и отражения зон,

что является причиной недостаточно полного цветового охвата реальных красок.

Цветовой охват триадных красок дается в виде шкал, где представлено все многообразие цветов и оттенков, которое можно получить при трехкрасочной печати в результате сочетания (наложения слоев) разных количеств печатных красок. Шкалы цветового охвата являются также одним из способов выражения цветовых характеристик красок.

Цветовой охват трех красок может быть представлен и графически (рис. 23). По двум сторонам цветового треугольника Ньютона расположены длины волн лучей видимого спектра и соответствующие им спектральные цвета. Используют стандартный источник света, близкий по спектральному составу к дневному. Многоугольники, образуемые точками измеренных цветов: основных единичных (пурпурный, голубой, желтый) и цветов, получаемых наложением двух красок, позволяют определить цветовой охват. Многоугольник, полученный по цветовым точкам триадных красок 1, имеет большую площадь, чем многоугольник 2 для обычных нетриадных красок. Следовательно, триадные краски имеют больший цветовой охват.

### 8.1.2. Интенсивность красок

Интенсивность — это способность краски создавать заданную окраску при малом или большом ее количестве на оттиске. Характеризуется интенсивность величиной, обратно пропорциональной толщине красочного слоя, при котором достигается заданный цвет:

$$I = \frac{1}{d_{\text{опт}}} \cdot 100,$$

где  $I$  — интенсивность краски;

1 — 1 мкм, толщина красочного слоя, принятая за норму для красок высокой печати (для офсетных красок не более 1,1 мкм);

$d_{\text{опт}}$  — оптимальная толщина красочного слоя, при котором получается оттиск, соответствующий нормативному, выполненному эталонной краской.

При испытании оттиски получают в стандартных условиях, интенсивность измеряют при помощи колориметра.

Интенсивность влияет на качество продукции и расход краски. При высокой интенсивности требуется меньшее количество краски для получения оттиска необходимого цвета. Следовательно, от интенсивности краски зависит толщина красочного слоя и расход ее при печатании тиража, что оказывает немалое влияние на себестоимость печатной продукции.

Например, при печатании фоновых работ форматом 60x90 и тиражом 30 000 экз. расход краски при толщине красочного слоя в 2 мкм составит 129 кг, а при печатании более интенсивной краской слоем в 1,5 мкм краски потребуются на 32 кг меньше.

От интенсивности краски зависит и качество печатной продукции, так как появляется возможность печатать более тонкими слоями, которые лучше и быстрее закрепляются на поверхности оттиска, топкие слои краски меньше деформируются, при этом повышается графическая точность изображения, и печатная форма не забивается краской.

Интенсивность краски зависит в большой степени от природы пигмента, режима его получения, степени очистки исходных продуктов, дисперсности, а также от соотношения в краске пигмента и связующего.

На производстве применяют упрощенный метод определения интенсивности путем сравнения испытуемой краски с эталонной при введении в них белил, когда становится особенно заметно различие в цвете красок. Поэтому интенсивность характеризуется процентным отношением количества цинковых белил, пошедших на разбеливание испытуемой краски, к количеству белил, взятых для разбеливания эталонной краски, после уравнивания их по цвету.

### 8.1.3. Прозрачность красок

Прозрачностью называется способность красочного слоя пропускать световые лучи без изменения их направления.

Степень прозрачности зависит от рассеяния света и, следовательно, от коэффициента преломления пигмента и связующего в красочном слое. Если коэффициенты преломления близки друг к другу, то свет, проходя границы частиц пигмента и связующего, почти не будет преломляться и рассеиваться, дойдет до подложки и отразится от нее (рис. 24). При увеличении разности между коэффициентами преломления пигмента и связующего в результате многократного и более значительного преломления происходит рассеивание света, прозрачность уменьшается, и повышается кроющая способность (непрозрачность) краски.

Прозрачность красок практически зависит от свойств пигментов, так как различные связующие имеют близкие коэффициенты преломления.

Например, гидроокись алюминия имеет коэффициент преломления на границе пигмент-воздух 1,500, двуокись титана — 2,500, а льняное масло — 1,495, поэтому гидроокись алюминия с льняным маслом образуют прозрачную краску, а двуокись титана с этим же маслом — сильно кроющую.

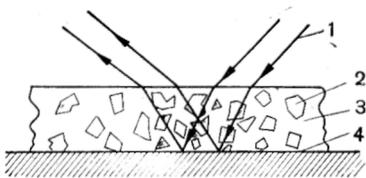


Рис. 24. Схема прохождения световых лучей через слой прозрачной краски:

1 — световые лучи, 2 — частицы пигмента, 3 — связующее, 4 — подложка (бумага)

**кроющая** способность — понятие, противоположное прозрачности. Свет, упавший на слой кроющей краски, частично отразится от поверхности, а частично пройдет внутрь краски, но, не достигнув нижней границы слоя в результате внутреннего рассеяния, выйдет, и наблюдатель получит представление о цвете краски без влияния цвета поверхности, на которую нанесена краска.

При изготовлении печатной продукции необходимо использовать в одних случаях краски прозрачные, в других — кроющие или полукроющие. Поэтому красочная промышленность изготавливает краски различной степени прозрачности. Например, для трехкрасочной печати, где все многообразие цветовых тонов передается в результате субтрактивного синтеза, применяют краски высокой прозрачности. При печатании на переплетных крышках, а также обложек, форзацев, афиш по цветному фону следует применять краски достаточно кроющие.

Прозрачность оценивается в баллах, для чего на оттисках, опечатанных испытуемой краской на черной основе (в стандартных условиях), измеряют оптическую плотность  $D$  в отраженном свете на цветном денситометре. Затем вычисляют показатель отражения, строят график зависимости этого показателя от толщины красочного слоя, определяют тангенс угла наклона прямой ( $v$ ) в пределах толщины красочного слоя 1—2 мкм и переводят в баллы по следующей шкале:

$\theta$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Баллы	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Наибольшей прозрачностью обладают краски с баллами 9—10. При изменении очередности наложения двух красок с прозрачностью в 10 баллов цветовой тон при толщине красочного слоя в 1,0 мкм практически не изменяется.

#### 8.1.4. Глянец красок

Глянец красок зависит от характера поверхности красочной пленки. Если поверхность гладкая, большая часть света отразится зеркально, и оттиск будет более глянцевитым и насыщенным. Объясняется это следующим. Свет, упавший на глянцевый оттиск, частично отражается зеркально, не проникая в слой краски, поэтому спектральный состав этой части света остается без изменения и образуются неокрашенные блики, видимые под определенным углом. Другая часть лучей отражается от поверхности рассеянно, также не изменяя своего состава, а большая часть лучей проходит слой краски, изменяет свой спектральный состав вследствие избирательного поглощения частицами пигмента и вы-

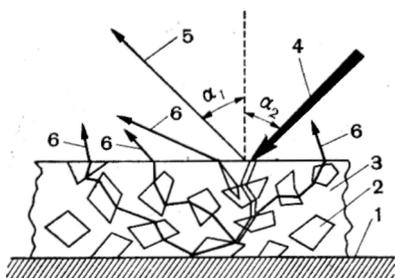


Рис. 25. Схема отражения и прохождения через красочный слой световых лучей:

1 — бумага, 2 — частицы пигмента, 3 — связующее, 4 — падающие лучи света, 5 — зеркально отраженные, неокрашенные, лучи света, 6 — окрашенные световые лучи

ходит из слоя окрашенной, рассеиваясь во все стороны (рис. 25). Поэтому при рассматривании оттиска не под углом зеркального отражения мы воспринимаем в основном цветные лучи, без примеси белого света. Этим и объясняется большая насыщенность цвета на глянцевых оттисках.

Для получения оттисков с высоким глянцем применяют специальные глянцевые краски. Получению блестящих пленок способствует содержание в связующем веществе смол, мелкодисперсного пигмента, а также гладкая бумага с умеренно впитывающей способностью. Кроме того, для получения глянцевых оттисков продукцию, отпечатанную обычными красками, подвергают лакированию. В последние годы стали широко использовать припрессовывание к оттискам пленок. Определяют глянец на глянцемере.

Глянцевыми красками печатают репродукции с картин (масляная живопись), открытки, проспекты, рекламу и др.

### 8.1.5. Светостойкость красок на оттиске

Способность краски при длительном действии света не изменять своих цветовых свойств называется светостойкостью и зависит главным образом от химической природы пигмента.

Светостойкость краски имеет большое значение при изготовлении полиграфической продукции, рассчитанной на длительный срок службы, или продукции, подвергающейся длительному действию света, например географических карт, плакатов, афиш, художественных репродукций с картин, наглядных пособий, открыток и др. При печатании массовых книжных изданий, журналов, газет можно использовать краски со средней светостойкостью.

Светостойкость печатных красок оценивают по восьмибальной системе путем сравнения с эталоном (синяя шкала). Получают оттиски испытуемой краски (в стандартных условиях) и одновременно с синей шкалой облучают ксеноновой лампой. Затем сравнивают испытуемую краску с синей шкалой и оценивают в баллах степень выцветания. Наибольшей светостойкостью обладают краски с баллом «восемь». Балл «один» говорит о том, что краска не светостойка (табл. 18).

Таблица 18

Стойкость некоторых типографских печатных красок к свету, растворителям и реактивам

№ и наименование краски и пигмента	Стойкость краски					
	к свету	к воде	к мас-лу	к спир-ту	к ще-лочн	к кислоте
Оранжевая № 1715-11 (на основе пигмента оранжевого прочного)	5	5	4	4	3	4—5
Красная № 1715-26 (на основе лака красного ЖБ)	3	5	4	3—4	3	4—5
Красная № 1715-21 (на основе пигмента алого)	5	5	2—3	3	4	5
Голубая № 1715-31 (на основе пигмента голубого фталоцианинового)	7	5	5	5	5	5
Желтая № 1715-50 (на основе пигмента желтого светопрочного)	6	5	4—5	4	4—5	4—5
Желтая № 1715-51 (на основе пигмента желтого светопрочного 23)	7	5	4—5	3	5	5
Красная № 1715-22 (на основе лака основного розового)	6	3	3	1	4	4—5
Черная № 1715-04 (на основе сажи)	7	5	5	5	5	5
Зеленая № 1715-40 (на основе пигмента зеленого фталоцианинового)	7	5	5	5	5	5

### 8.1.6. Стойкость красок к растворителям и реактивам

Под этим свойством подразумевается способность краски не изменять своего цвета и не растворяться при действии растворителя или какого-либо конкретного химического реактива.

Стойкость краски зависит главным образом от природы пигмента, поэтому при выборе пигмента для красок учитываются особенности способов печати, характер печатной продукции, условия, в которых ею пользуются.

Офсетные краски, например, должны обладать стойкостью к воде, так как при печатании происходит увлажнение пробельных элементов формы, и краска соприкасается с водой. При недостаточной водостойкости пигмент растворится и окрасит увлажняющий раствор. Окрашенный раствор с пробельных элементов перейдет на оттиск, и изображение потеряет контрастность.

Достаточной водостойкостью должны обладать и краски, предназначенные для печатания плакатов, морских карт, афиш, этикеток, упаковочного материала, обложек и другой продукции, которая может подвергаться действию атмосферных осадков или соприкасаться с водой.

Для печатания этикеток, открыток, которые в дальнейшем подвергают лакированию (чаще всего спиртовыми лаками), краски должны обладать спиртопрочностью.

Большое значение имеет стойкость пигментов к различным компонентам связующих (растительные и минеральные масла, смолы, толуол и др.). В случае малой стойкости к этим веществам

вам пигмент растворится и окрасит связующее. При печатании вследствие впитывания окрашенного связующего порами бумаги на оттиске вокруг каждого графического элемента образуются окрашенные ореолы, что приводит к значительному искажению цветовой и графической точности.

При печатании продукции, которая при использовании соприкасается со щелочами или кислотами (упаковки, этикетки), используют краски, обладающие стойкостью к тому или иному реагенту. Стойкость красок к различным химическим реагентам оценивается по пятибалльной системе. Краскам с высокой стойкостью присваивается балл «пять».

По данным табл. 18 видно, что печатные краски, приготовленные на основе различных пигментов, обладают различной стойкостью к химическим реагентам. Руководствуясь этими данными, краски в типографиях подбирают в соответствии с особенностями продукции и технологией ее изготовления.

## 8.2. Реологические свойства красок

Реологические \* свойства — это **важнейшие** характеристики печатных красок, позволяющие объективно судить об их поведении на некоторых этапах технологического процесса печатания.

Краски как дисперсные системы (суспензии пигментов в жидком связующем) обладают своеобразными реологическими свойствами, сочетающими текучесть и твердообразность. Истинно-вязкие жидкости, к которым относятся минеральные, растительные масла и ряд связующих, характеризуются постоянной вязкостью и подчиняются закону Ньютона, когда напряжение пропорционально градиенту скорости течения, а коэффициент пропорциональности (вязкость) не зависит от этих величин и остается постоянным для конкретной жидкости, т. е.

$$\eta = \frac{P}{d_x} \cdot d_v$$

Единицей вязкости в абсолютной системе единиц является **Паль**  каль · секунда (Па · с).

Коэффициент вязкости для ньютоновских жидкостей не зависит от **величины** **Приложенного** напряжения и графически определяется величиной, пропорциональной ctg  $\alpha$  (рис.26).

Из графика видно, что вязкость первой жидкости меньше, чем второй, поэтому при одном и том же напряжении  $P_1$  градиент скорости у первой жидкости **значительно** выше.

Печатные краски представляют собой **двухфазную** дисперсную систему. Благодаря наличию жидкой дисперсионной среды — связующего — краски обладают **текучестью**, которая количественно характеризуется вязкостью.

\* Реология — область науки, изучающая текучесть структурированных тел.

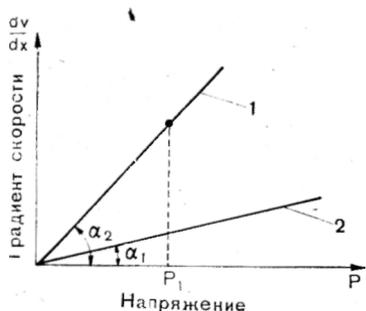


Рис. 26. Истинно-вязкие жидкости с различной вязкостью: 1 — с меньшей вязкостью, 2 — с большей вязкостью

В результате такого сцепления происходит образование агрегатов, которые, соединяясь и разрастаясь, образуют пространственную структуру. Эта структура называется коагуляционной. При образовании разветвленных агрегатов затрудняется течение и повышается вязкость.

При достаточно большой концентрации пигмента в краске может образоваться сплошной каркас, что придает ей твердообразность, проявляющуюся в прочности на сдвиг.

Способность образовывать структуру, а также ее прочность у различных красок неодинаковы и зависят от прочности сцепления частиц пигмента между собой, т. е. от природы пигмента и связующего, а также от числа структурных связей в единице объема краски, что, в свою очередь, зависит от объемной концентрации и дисперсности пигмента. Например, значительную склонность к структурообразованию проявляют сажа, желтый светопрочный, в то время как синий пигмент милори, печатные белила практически не образуют структуру в краске.

Сцепление частиц пигмента происходит по активным центрам через тонкие прослойки жидкости связующего, которое образует

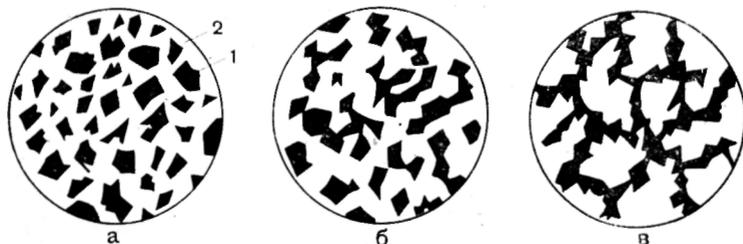


Рис. 27. Схема структурообразования у красок:

1 — частицы пигмента, 2 — связующее;

а — после перемешивания (структура отсутствует), б — с образовавшимися отдельными агрегатами из частиц пигмента, в — сплошной пространственный структурный каркас из частиц пигментов

Наличие твердого порошкообразного пигмента в сравнительно высоких концентрациях приводит к агрегированию — сцеплению частиц пигмента между собой за счет некомпенсированных молекулярных силовых полей на поверхности частиц и образованию пространственной структуры — каркаса (рис. 27). Это объясняется тем, что в концентрированных суспензиях — красках — малые частицы пигмента находятся в броуновском движении и, сталкиваясь между собой, сцепляются, если энергия молекулярного притяжения превышает кинетическую энергию.

сольватные оболочки вокруг частиц пигмента, тем самым ослабляя силы сцепления. Например, у краски, содержащей алкидную или другую смолу, в результате адсорбции на поверхности частиц образуются более толстые сольватные оболочки, препятствующие агрегированию и, следовательно, стабилизирующие дисперсную систему.

Существенно влияет на структурообразование объемная концентрация пигмента. Чем больше объемное заполнение, тем больше возможных контактов частиц друг с другом и возникновение между ними связей.

Повышение степени дисперсности, т. е. уменьшение размеров частиц, приводит к уменьшению их массы, что замедляет скорость их осаждения и расслаивание краски, т. е. придает краске стабильность — неизменяемость свойств во времени.

Природа связующего и пигмента, а также их соотношение, дисперсность обуславливают различные реологические свойства красок.

Прочность структуры характеризуется пределом текучести  $P_{\kappa}$ , т. е. тем минимальным напряжением сдвига, при котором у краски разрушаются связи и начинается течение. Прочность структуры сравнительно небольшая, поэтому она может быть разрушена при простом механическом перемешивании краски. Однако с течением времени в краске, находящейся в покое, вновь образуется структура. Самопроизвольное структурообразование в краске после механического разрушения называется тиксотропией.

Сочетание твердообразности и текучести в печатных красках придает им своеобразные сложные вязкостные свойства.

Если обычные жидкости (растворы, связующие и т. п.), подчиняясь закону Ньютона, имеют постоянную вязкость, то в структурированных красках наблюдается другой механизм течения. При малых скоростях течения и нагрузках вязкость красок велика, благодаря наличию структуры и при этом постоянна, так как течение происходит без практического разрушения структуры, вернее, сколько связей разрушается в каждый момент времени, столько же связей тиксотропно успевают восстановиться.

Такая вязкость называется постоянной максимальной (рис. 28, а) и подчиняется закону Ньютона. По мере увеличения нагрузки и скорости течения между частицами пигмента разрушаются все больше и больше связей. Восстанавливаться они не успевают, и вязкость постепенно уменьшается, становится переменной. Графически это выражается переходом прямолинейного участка в кривую (рис. 28, б). Вязкость в каждой точке кривой иная и определяется отношением действующего напряжения к скорости течения.

При сравнительно больших нагрузках и высоком градиенте скорости наступает предельное разрушение всей структуры, и краска снова приобретает постоянную, но уже минимальную вязкость, ведет себя как обычная неструктурированная жидкость (рис. 28, в).

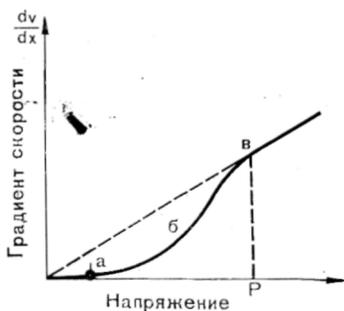


Рис. 28. Полная реологическая кривая структурированной краски



Рис. 29. Изменение вязкости краски в зависимости от напряжения

Таким образом, краски обладают своеобразными вязкостными свойствами, зависящими от их структуры, т. е. структурной вязкостью.

Аномальная или неньютоновская вязкость красок зависит от действующего напряжения и изменяется в зависимости от степени разрушения структуры от наибольшей постоянной  $\eta_{\max}$  до постоянной минимальной вязкости —  $\eta_{\min}$  с полным разрушением структуры.

Печатные краски и связующие могут иметь различные реологические свойства. Почти все связующие и некоторые краски ведут себя как ньютоновские жидкости. Большая часть печатных красок образует структуру и проявляет структурную, т. е. переменную вязкость (табл. 19).

Таблица 19

Реологические свойства некоторых печатных красок

Наименование, № краски	Вязкость, Па·с			Примечание (условные показатели)
	наименьшая постоянная $\eta_{\min}$	наибольшая постоянная $\eta_{\max}$	$\frac{\eta_{\min}}{\eta_{\max}}$	
Офсетная 2513-011	14,0	$7,0 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^2$	—
Офсетная 2513-28	12,8	$4,0 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$	—
на основе пигмента желтого светопрочного	15,0	$90 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	—
на основе сажи канальной	17,0	$5 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$	32—38 мм (по растеканию)
Белила № 825	46,0	$1,0 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^2$	—
Газетная ротационная краска	1,40	—	1	30—80 с (по падению шарика)
Для глубокой печати	0,10	0,10	1	12—60 с (по ВЗ-4)

Зависимость изменения градиента скорости от напряжения для структурированных красок можно изобразить графически как функцию вязкости  $\eta$  от напряжения  $P$  (рис. 29). При этом в зависимости от структуры резкость перепада вязкостей от максимальной до минимальной может быть различной и определяется отношением максимальной вязкости к минимальной.

$$\frac{\eta_{max}}{\eta_{min}}$$

Это отношение характеризует степень структурирования краски, или аномалию вязкости, которая влияет на поведение краски в процессе печатания.

Реологические свойства печатных красок оказывают сложное влияние на процесс печатания, так как краски испытывают различные напряжения, и это не может быть выражено простой зависимостью. Прежде всего, реологические свойства оказывают влияние на питание краской красочной системы печатной машины, и, следовательно, нанесение ее на форму.

При подаче краски дукторным цилиндром в случае образования в ней структуры нарушается ее «вращение» в красочном ящике, и краска начинает поступать на форму неравномерно. Оттиски становятся все менее и менее насыщенными.

Быстрое образование тиксотропной структуры во время подачи краски по трубопроводам (при медленном течении) может привести к забиванию труб и к прекращению поступления краски. Рабочий вынужден останавливать машину и прочищать трубы. Производительность труда падает. Следовательно, в этих случаях желательно использовать неструктурированные краски.

Немаловажное влияние оказывают реологические свойства краски на ее раскат и перенос с формы на запечатываемый материал, а также на получение четкого и точного изображения. При раскате неструктурированные краски образуют длинные тяжи и при высоких скоростях печатания краска начинает пылить. В этом случае желательно, чтобы краска была структурирована, так как структура препятствует образованию длинных нитей и, следовательно, пылению.

При закреплении краски на оттиске тиксотропия оказывает положительное влияние, способствуя увеличению вязкости и предотвращению отмарывания; в то же время тиксотропные краски могут забивать форму.

Таким образом, однозначной зависимости между реологическими свойствами и течением печатного процесса установить невозможно, однако реологические характеристики позволяют приближенно, но физически обоснованно, анализировать поведение краски в процессе печатания.

При производственном контроле реологических свойств разных красок невозможно подобрать единый метод. Сложные приборы — ротационные и другие вискозиметры — пока используются в исследовательских целях. Поэтому в производственных ус-

ловиях вязкость краски характеризуется **условными** показателями.

Например, вязкость густых типографских и офсетных красок определяют методом растекания, т. е. **способностью** краски течь под определенной нагрузкой. Этот показатель характеризуется диаметром (мм) пятна краски, растекшейся через определенное время. На стержневом вискозиметре (ПВК-1) вязкость характеризуется временем (с) опускания стержня на 100 мм, скорость движения которого зависит от **вязкости** краски, находящейся в узком зазоре между стержнем и кольцом.

Вязкость жидких красок — ротационных газетных, для глубокой печати — также выражают в условных единицах. Она характеризуется временем (с), необходимым для истечения определенного объема краски через отверстие диаметром 2,5 или 4 мм стандартной воронки ВЗ-2,5 или ВЗ-4, или временем (с) прохождения шарика диаметром в 3 мм через слой краски в 20 см.

Пользуясь специальной номограммой, можно перевести время (с) в абсолютный показатель вязкости (Па·с).

### 8.3. Липкость красок

На поведение краски в процессе печатания (раскат, накат, переход с формы на запечатываемый материал) влияет ее липкость. Липкость краски проявляется, с одной стороны, в прилипании, т. е. в адгезии краски при контакте с валиками, формой и запечатываемым материалом; с другой стороны, — в сопротивлении разделению красочного слоя между двумя поверхностями. Усилие, которое требуется для разделения красочного слоя, возрастает с **повышением** вязкости краски и скорости разделения слоя.

Адгезия, или прилипание, — это притяжение и скрепление двух разнородных материалов в результате действия сил молекулярного притяжения и других факторов. Непременное условие нормального течения печатного процесса — превышение адгезии над сопротивлением красочного слоя разделению. В противном случае краска не будет переходить с формы на запечатываемый материал.

Липкость краски зависит от ряда факторов: природы и концентрации пигмента, природы связующего (содержание полимерных компонентов), **скорости** разделения слоев краски и др.

Повышенная липкость может вызвать такое нежелательное явление, как выщипывание волокон с поверхности бумаги. Для понижения липкости краски применяют различные пасты.

При слишком малой липкости краска ведет себя на поверхности валиков подобно смазке, в результате чего раскатная и накатная системы машины перестают работать.

Адгезия краски имеет большое значение не только при печатании на бумаге, но и на синтетических материалах. В этом случае для обеспечения необходимой адгезии связующее краски долж-

но соответствовать молекулярной природе запечатываемого материала.

Для определения липкости используют липкомер, на котором измеряют необходимую для разрыва красочного слоя работу.

#### 8.4. Степень перетира красок

Пигменты по своей природе полидисперсны, т. е. размеры их частиц не одинаковы. Кроме того, после осаждения из водных растворов и высушивания частицы пигмента слипаются и образуют комочки-агрегаты. В процессе перетира краски происходит разрушение и уменьшение агрегатов, смачивание частиц связующим и равномерное распределение пигмента в связующем.

Качество перетира краски оценивается условной характеристикой — степенью перетира, определяемой на приборе «клин». Крупнодисперсные, недостаточно растертые частицы, выступают из клинообразной (от 0 до 50 мкм) канавки. Глубина этой канавки в месте, где видны грубые частицы, и характеризует степень перетира. Степень перетира краски должна быть не более 5—10 мкм. Этот показатель оказывает существенное влияние на качество краски, а следовательно, и печатной продукции. При наличии крупных агрегатов пигмент не полностью погружается в тонкий красочный слой, и после закрепления краски поверхность оттиска будет неровной, шероховатой, без блеска. Крупные частицы пигмента царапают форму, снижая ее тиражестойкость, что повышает себестоимость продукции. От степени перетира зависят реологические и оптические свойства красок, например, с повышением степени дисперсности повышается (до определенного предела) их интенсивность.

#### 8.5. Плотность красок

Плотность краски зависит от плотности пигмента и связующего, а следовательно, и от их соотношения в краске.

Так как плотность пигмента в зависимости от его природы колеблется от 1500 до 3000 кг/м<sup>3</sup> и выше, то плотность краски может изменяться в широких пределах. Например, плотность пигмента голубого фталоцианинового — 1 610, желтого прозрачного — 1 380, белил — гидрата окиси алюминия — 2 060, сернокислого бария — 4 200 кг/м<sup>3</sup>.

Плотность краски оказывает влияние на ее весовой расход при печатании тиража, а значит, и на стоимость. Поэтому более выгодно применять краски с меньшей плотностью при условии достаточной ее интенсивности. Краски с высокой плотностью, т. е. содержащие тяжелый пигмент, при хранении расслаиваются: пигмент оседает и в процессе печатания может забить пробельные элементы формы.

Плотность густых красок определяют измерением объема заранее известной навески краски или взвешиванием определенного объема краски.

## Классификация печатных красок

В связи с многообразием печатных красок, используемых в полиграфической промышленности, разработана классификация, отражающая главные признаки и характеристики красок. В основе классификации лежит назначение красок для того или иного способа печати. Краски подразделяются в зависимости от типа печатных машин, при этом учитываются такие характеристики, как скорость работы машины, конструктивные особенности и наличие сушильных устройств. Краски классифицируются с учетом и других технологических показателей: характера печатной продукции (рядовая печать, гляцевая, фоновая и др.), вида и номера бумаги, для которой рекомендуется краска. Принимается во внимание вид работы (одно- и многокрасочная печать) и цвет краски.

В соответствии с перечисленными технологическими показателями печатным краскам присваивается шестизначный номер, а краскам для трех- и четырехкрасочной печати — семизначный.

Первая цифра номера обозначает тот способ печати, для которого краска предназначается:

- 1 — краски для типографской (высокой) печати;
- 2 — » » офсетной печати;
- 3 — » » глубокой печати;
- 4 — » » формных процессов;

Вторая цифра номера обозначает тип печатного оборудования, для которого предназначена краска;

1 — газетная ротационная рулонная машина, работающая со скоростью до 25 тыс. об/ч, для высокой печати и 20 тыс. об/ч для офсетной;

2 — газетная ротационная рулонная машина высокой печати, работающая со скоростью до 40 тыс. об/ч;

3 — книжно-журнальная рулонная ротационная машина, работающая со скоростью до 9 тыс. об/ч (без сушильного устройства) для высокой печати и до 15 тыс. об/ч для офсетной;

4 — книжно-журнальная рулонная ротационная машина с сушильным устройством, работающая со скоростью до 12 тыс. об/ч для высокой печати, до 25 тыс. об/ч для офсетной и до 6 тыс. об/ч для глубокой;

5 — листовая ротационная машина, работающая со скоростью до 6 тыс. об/ч, без сушильного устройства для высокой печати и до 7 тыс. об/ч для офсетной;

7 — плоскочечатная машина, работающая со скоростью до 2 тыс. об/ч.

Третья цифра указывает назначение краски, т. е. может быть предназначена для:

- 1 — рядовых работ,
- 2 — гляцевых работ,
- 3 — фоновых работ,
- 5 — картографических работ.

Четвертая цифра номера обозначает вид и номер бумаги, для которой рекомендуется краска (табл. 20).

Пятая и шестая цифры обозначают цвет краски:

1—9 — черные; 10—19 — оранжевые; 20—29 — красные; 30—39 — синие; 40—49 — зеленые; 50—59 — желтые; 60—69 — коричневые; 70—79 — фиолетовые; 80—89 — белые.

В номер красок, предназначенных для трех- и четырехкрасочной печати, после цифр, обозначающих их цвет, вводится седьмая, указывающая номер триады: первую или вторую.

Таблица 20

## Обозначение видов бумаг

Обозначение	Бумага для вида печати		
	высокой	офсетной	глубокой
1	Бумага газетная и суперкаландрированная	Бумага газетная офсетная	—
2	Бумага типографская № 2 и № 3	—	—
3	Бумага № 1	Бумага офсетная № 1 и № 2	Бумага для глубокой печати № 1 и № 2
4	Бумага типографская тонкая мелованная	—	—
5	Бумага мелованная	Бумага офсетная мелованная	—
6	Бумага мелованная повышенной гладкости (до 2000 с)	Бумага мелованная повышенной гладкости	Мелованная бумага

Так, например, краска № 1715-24 предназначена для высокой печати на плоскочечатных машинах для изготовления продукции на мелованной бумаге. Цвет — красный. Краска № 2526-331 предназначается для офсетной печати на листовых ротационных машинах без сушильного устройства, для получения гляцевых оттисков на мелованной бумаге повышенной гладкости. Цвет краски — голубой, триада — первая.

Приведенная классификация имеет несомненные преимущества, так как позволяет по номеру определить назначение краски и правильно ее использовать. Однако номер не отражает характера содержащегося в краске связующего и механизма закрепления краски на оттиске.

## Глава 10.

**Краски типографские (для высокой печати)**

Типографские краски состоят из пигмента и связующего, чаще всего представляющего собой раствор твердых, высоковязких алкидных смол в растительном масле и растворителях нефтяного происхождения.

В зависимости от скорости печатания типографские краски различаются вязкостью и другими свойствами, что достигается подбором состава связующего, вводимыми добавками и определенным соотношением пигмента и связующего.

**10.1. Газетные краски**

Для печатания больших тиражей газет в минимально сжатые сроки (в течение нескольких часов) используются быстроходные •ротационные машины. Продолжительность контакта между фор-

мой и бумагой—тысячные доли секунды. Для таких условий нужны краски с малой вязкостью, чтобы они быстро закатывали печатную форму, наносились на пористую газетную бумагу и закреплялись на ней за счет впитывания, а оттиски при прохождении через бумагопроводящую и фальцевальную системы не смазывались и не перетискивались.

Краски с низким показателем вязкости получают на маловязких связующих при сравнительно небольшом содержании пигмента. Однако низкая концентрация пигмента делает газетные краски менее интенсивными.

Черные газетные краски в качестве пигмента содержат канальную сажу, однако может быть введена в небольшом количестве и ацетиленовая, которая способствует уменьшению растяжения краски в длинные нити и тем самым снижает «пыление» \* в процессе раската при печатании на больших скоростях.

С целью повышения интенсивности краски, а также устранения неприятного коричневого оттенка в тонких слоях краски, присущего саже и темной смоле, в ее состав вводят подцветку—красящие вещества сине-фиолетового цвета. Для газетной краски используют наиболее дешевый и достаточно интенсивный жирорастворимый краситель — индулин.

Однако следует отметить, что при закреплении газетной краски на оттиске за счет впитывания жирорастворимый краситель проникает в поры бумаги, поэтому через некоторое время вокруг изображений печатающих элементов и даже на другой стороне бумажного листа может образоваться сине-фиолетовый ореол, т. е. произойдет так называемое «пробивание» краски. С целью устранения этого явления рекомендуется уменьшить содержание подцветки, использовать несколько более вязкую краску или бумагу с меньшей впитывающей способностью.

Для газетных красок применяют связующее, состоящее из смолы — битума и растворителя минерального масла МП-1.

Примерный состав черной газетной краски для ротационных рулонных машин, %

Сажа канальная	8—10
Сажа ацетиленовая	2—3
Подцветка № 8-С	8—9
Связующее битумное	81—79

Подцветка № 8-С состоит из жирорастворимого красителя индулина, нафтеновых кислот и вещества, устраняющего неприятный запах компонентов,— кумарина.

Закрепляются краски на газетных бумагах с крупнопористой структурой в результате избирательного впитывания жидкой фазы краски и образования прочной структуры красочной пленки. Регулировать скорость закрепления газетных красок без нарушения

\* Пыление — образование в воздухе устойчивого красочного тумана вследствие вытягивания краски в длинные нити и разрыва их на мелкие части в раскатной, накатной системе.

технологического процесса печатания можно только в некотором очень ограниченном пределе, изменяя либо их вязкость, либо используя газетную бумагу с менее пористой **структурой** — глазированной.

Цветные газетные краски выпускают в широком ассортименте цветов. Они предназначаются для печатания на обычной газетной и глазированной бумаге.

В состав цветной краски входит пигмент или красочный лак • (приблизительно 10—14%) и светлое связующее, которое состоит из растворенных твердых смол СФ-460, М-80 и алкидной смолы в минеральном масле. Кроме того, краска содержит небольшое количество растворителя для печатных красок — РОК, льняного масла и нафтенатно-кобальтового сиккатива.

Цветные газетные краски выпускают под номером 1111, к которому добавляется цифра, обозначающая цвет, например желтая 1111-51, красная 1111-26 и т. д.

Прочность цветных красок к воде, кислотам, щелочам и другим реагентам — в среднем 4 балла. Вязкость небольшая.

Цветные газетные краски для трех- и четырехкрасочной печати по составу и свойствам мало чем отличаются от обычных цветных газетных. Выпускается триада, состоящая из трех прозрачных красок: пурпурной 1111-231, голубой 1111-311 и желтой 1111-531. Краски содержат те же пигменты, что обычная триада, т. е. лак рубиновый СК, пигмент голубой фталоцианиновый и пигмент желтый прозрачный О. Водопрочность — 5 баллов, светопрочность средняя.

## **10.2. Краски для книжно-журнальных ротационных машин**

Для рулонных ротационных машин без сушильного устройства типа ПРК-2 и ПРК-3 предназначены две черные краски: № 1312-02 для печатания на типографской машинной гладкости бумаге и 1313-03 для печатания на бумаге № 1.

Эти краски закрепляются в результате впитывания, так как в качестве связующего применяют простейший раствор смолы в минеральном масле.

К книжно-журнальным черным краскам предъявляются более высокие требования, по сравнению с газетными, в отношении их интенсивности, поэтому они содержат больше сажи, в среднем 15-16%.

Для печатания книжно-журнальной продукции (иллюстрации штриховые и тоновые) выпускается несколько цветных красок на светлом связующем.

Связующее состоит из смол СФ-460, М-80 и алкидной, минерального, декапированного льняного масла, небольшого количества (2—4%) растворителя РПК и 1% сиккатива.

Закрепление красок происходит в результате впитывания в бумагу жидкой ее фазы с последующим образованием пленки вследствие химических процессов.

Вязкость книжно-журнальных красок (в среднем, 5,0 Па · с) больше, чем газетных.

Краски для печатания на книжно-журнальных рулонных ротационных машинах с сушильным (газопламенным) устройством серии 1414 предназначены для печатания на тонкой мелованной бумаге. Выпускают черную краску № 1414-01 и несколько цветных.

Эти краски содержат связующее, основная часть которого состоит из смолы, минерального масла, небольшого количества льняного и керосиновой фракции (РПК) с узким температурным интервалом выкипания. Керосиновая фракция вместе с низкокипящими фракциями минерального масла быстро испаряются при прохождении оттиска через сушильное устройство, а на поверхности остается смоляная пленка, удерживающая пигмент.

Типографские краски серии 1515 для печатания на листовых ротационных машинах типа ПРЛ-3, работающих со скоростью до 6 тыс. об/ч без сушильных устройств, выпускают черными и цветными для четырехкрасочной печати.

При изготовлении красок используют композиционное связующее. В конечной стадии закрепления происходит образование пленки в результате окислительной полимеризации, так как содержится алкидная смола и растительное масло.

Краски, предназначенные для трех- и четырехкрасочной печати, содержат пигменты, которые дают наиболее широкий цветовой охват.

### 10.3. Краски для печатания на плоскочечатных машинах

Для плоскочечатных машин типа ПД-2, ПД-4, работающих со скоростью 2000 об/ч, выпускаются краски черные, цветные, для четырехкрасочных работ (обычные и гляцевые), а также пастельные для фоновых работ. Краски обладают высокой вязкостью в 15—20 Па · с (растекаемость 24—32 мм). Краски должны иметь свойства в соответствии с характером печатной продукции (текст, иллюстрации, одно- и трехкрасочная работа и т. д.), видом бумаги, назначением продукции и др.

Черные краски содержат в среднем 18—20% пигмента и разные связующие в зависимости от назначения продукции и вида бумаги. Так например, краска № 1712-01 предназначена для печатания главным образом текстовой продукции на бумагах № 2 и 3, а черная краска № 1713-01 — для печатания иллюстраций и текста на глазированной бумаге № \.

Примерный состав черной краски 1711-01, предназначенной для печатания газет и несложных иллюстраций, %:

Сажа канальная	16
Плав индулина (на основе олеиновой кислоты и минерального масла)	14
Связующее (раствор битума в минеральном масле МП-1)	54
Вода (для поддержания необходимой вязкости)	16

Закрепляются краски в результате впитывания.

Для печатания иллюстраций на мелованной бумаге изготавливают несколько черных красок: 1715-02, 1715-04 и др. Их консистенция — 24—30 мм.

Черные краски серии 1715 отличаются высокой интенсивностью, так как содержат сравнительно большое количество сажи (21—22%) и более интенсивную подцветку — пигмент милори или красочный лак.

Широкий ассортимент цветных красок и триада (желтая, пурпурная, голубая) разработаны специально для печатания на бумаге мелованной и № 1.

Состав красок, т. е. соотношение главных компонентов, определяется в зависимости от природы и интенсивности пигмента.

Цветные краски для печатания на мелованных бумагах серии 1715 содержат в среднем 15—22% пигмента или красочного лака. Связующее обычно сложного композиционного состава. Содержит смолы твердые и высоковязкую алкидную, декапированное льняное масло, минеральное масло МП-1, сиккатив, может содержать керосиновую фракцию РПК-280 и пасту «Нефтегаз-4»\*.

В качестве примера рассмотрим состав красной краски № 1715-23, %:

Лак рубиновый СК	17
Смола СФ-460, СФ-461	26
Алкидная СМОЛА	16
Льняное декапированное масло	16
Минеральное масло для печатных красок МП-1	24
Сиккатив	1

При нанесении краски с таким связующим на бумагу вначале происходит некоторое отфильтровывание маловязких компонентов, а затем в результате химических процессов образуется пленка.

Краски должны хорошо раскатываться и наноситься на форму, не забивая растровых элементов клише, легко переходить с формы на бумагу и сравнительно быстро закрепляться на ней.

Возможно применение быстротвердевающих красок, которые содержат связующее, состоящее из смол, алкида, хороших (льняное масло) и плохих (смесь минеральных масел и углеводородных растворителей с  $t$  выкипания 260—290° С) растворителей. Такая система — смола, хороший и плохой растворители (связующее IV группы) легко отделяет жидкую фазу, которая быстро впитывается в мелкие поры мелованной бумаги, и отмарывания оттисков практически не наблюдается.

Прочность цветных красок к действию света и различным реагентам зависит от природы пигмента, красочного лака и поэтому колеблется в широких пределах.

Светопрочность красок, в среднем, равна 4—7-ми баллам, щелоче- и кислотопрочность большинства красок — 4—5 баллов, но имеются краски с прочностью в 1—2 балла.

\* Пасту «Нефтегаз-4», состоящую из 15% стеарата алюминия и 85% трансформаторного масла, вводят для улучшения печатно-технических свойств краски.

Спиртопрочность красок колеблется от 1-го до 5-ти баллов.

При печатании определенной продукции следует оценивать ту или иную краску не только по цветовым свойствам, но и по стойкости ее к действию света и различных химических реагентов. Например, для печатания афиш необходимы водопрочные краски, для печатания наглядных пособий, портретов и другой продукции, подвергающейся длительному действию света, следует применять краски с высокой светопрочностью.

Типографские краски с высокой водопрочностью могут быть использованы и для офсетной печати, если они достаточно интенсивны.

С целью унификации производства цветных типографских и офсетных красок, сокращения их ассортимента и облегчения работы издательства по выбору и определению цвета для воспроизведения того или иного оригинала была создана система смешения красок «Радуга» \*.

За основу были взяты три универсальные (для высокой и офсетной печати) триадные краски: пурпурная 2514-231, голубая 2514-331, желтая 2514-531, а также красная 2514-26, зеленая 2514-40, фиолетовая 2514-71, фиолетовая 2514-72 и оранжевая 2514-11. Кроме восьми цветных использованы были черная и белая краски.

Путем смешения красок восьми цветов были получены краски 36 базовых цветов с наибольшей насыщенностью. Для каждого базового цветового тона затем получены семипольные ряды. В атласе «Радуга» содержится 259 цветов. Любой выбранный цвет можно легко воспроизвести в типографии. Эта система одинаково пригодна при работе с типографскими и офсетными красками.

К типографским краскам для трех- и четырехкрасочной печати предъявляются повышенные требования в отношении оптических свойств. В триаду входит пурпурная краска № 1715-231, изготовленная на основе рубинового лака СК, голубая № 1715-331, содержащая пигмент голубой фталоцианиновый, который отличается высокими прочностными показателями, и желтая краска № 1715-531 на основе пигмента желтого прозрачного О. Триадные краски соответствуют нормам стандартов по спектральному составу и прозрачности.

Для углубления теней и контура изображения используют четвертую черную краску 1715-011.

Закрепление красок на оттисках происходит сначала в результате впитывания низковязкой части связующего в мелкие поры бумаги, затем за счет окисления и полимеризации, так как в краске содержится алкидная смола и льняное масло, способные к химическому пленкообразованию.

Краски могут быть изготовлены на связующем, которое обеспечивает закрепление за счет быстрого отделения, т. е. впитыва-

\* Климов Д. Ю., Файнберг И. С. **Радуга** — отечественная система смешения красок. Полиграфия, 1978, № 9, с. 23.

ния в бумагу более подвижных' компонентов краски с последующим образованием пленки в результате окисления и полимеризации.

Для ускорения процесса пленкообразования в краску вводят сиккатив, чаще всего нафтенатно-кобальтовый и нафтенатно-свинцовый. Краски содержат 17—18% пигмента.

Примерный состав голубой триадной краски № 1715-331, %:

Пигмент голубой фталоцианиновый	17
Связующее (смола, льняное и минеральное масла, растворитель синтетический и РПК)	79
Паста ПП	3
Сиккатив	1

Все краски должны обладать хорошими печатно-техническими свойствами и не забывать растровой формы. Вязкость красок колеблется в пределах 27—32 мм. Гарантийный срок хранения — 12 месяцев.

**Глянцевые краски.** Глянец краски на оттиске зависит от свойств бумаги и краски.

С увеличением гладкости бумаги глянец повышается, с увеличением впитывающей способности — понижается. Глянец краски на оттиске зависит также от гладкости красочной пленки, поэтому в краске должно содержаться несколько меньше количество пигмента (10—15%). Краску готовят на специальном связующем, которое содержит повышенное количество смолы, и часть минерального и растительного масел заменена на маловязкий растворитель РПК.

При нанесении краски на высокогладкую, мелованную бумагу в мелкие ее поры впитываются наиболее подвижные компоненты, главным образом минеральное масло и керосиновая фракция, а на поверхности остаются пигмент, смолы и часть льняного масла. Затем алкидные смолы и льняное масло образуют эластичную прочную блестящую пленку в результате окисления и полимеризации.

Черные и цветные глянцевые краски предназначены для печатания проспектов, реклам и другой продукции на мелованной бумаге повышенной гладкости.

Для четырехкрасочной печати выпускается триада красок серии 1725 и высокоглянцевые серии 1726. Для этих красок применяются те же пигменты, что и для других триадных красок, консистенция красок, в среднем, 28—32 мм.

Высокоглянцевые краски содержат 16—20% пигмента, ~ 10% алкидной смолы, сиккатив и связующее, состоящее из смолы Пенталина К, альпекса, льняного, тунгового масел и синтетического растворителя для печатных красок. Оттиски получают с хорошим блеском и не требуют дополнительного лакирования.

Пастельные краски предназначены для печатания фоновых работ на мелованной бумаге, т. е. краски наносятся сплошным слоем на сравнительно большие площади, как бы создают фон, поэтому к ним предъявляются повышенные требования в отноше-

нии печатно-технических свойств. Они должны хорошо и легко раскатываться, накатываться на форму, которая представляет собой плашку и переходить с нее на бумагу.

Характерная особенность пастельных красок — очень малое содержание пигмента — 0,7—1,5% и наличие наполнителя КМЦ, заменяющего белила.

В качестве связующего используют раствор, состоящий из смолы ПЭМАК, трансформаторного масла и керосиновой фракции, поэтому закрепляются краски в результате образования пигментно-смоляной пленки после отфильтровывания жидкой части связующего.

#### 10.4. Переплетные краски

Один из способов оформления переплетных крышек — печатание текста или иллюстраций с форм высокой печати. Для этого используют тигельные машины или полуавтоматические прессы, которые обеспечивают сглаживание рельефа на переплетном материале. Для печатания на переплетных крышках под большим давлением применяются специальные краски, которые готовятся густыми, вязкими, чтобы они не выдавливались за края элементов изображения. Краски должны иметь высокую кроющую способность, так как наносятся на цветные, чаще всего темных тонов, переплетные материалы. Кроющую способность цветных красок повышают введением в их состав кроющих титановых белил.

Цветные переплетные краски содержат пигменты и красочные лаки высокой светопрочности.

В черную краску вводят 20—22% сажи, а в качестве подцветки — красочные лаки синего и фиолетового цветов.

В качестве связующего может применяться алкидная смола ПФЛ-10-300, разведенная до необходимой вязкости вареным льняным маслом, поэтому закрепляются краски в результате окислительной полимеризации. Ускоряет процесс закрепления сиккатив (1—3%); чаще всего смесь, состоящая из нафтенатных сиккативов кобальта и свинца. Через 24 ч после нанесения краски на переплетные крышки образуется пленка.

Краски должны обладать высокой адгезией к различным переплетным материалам, например к коленкору «модерн», к ледерину на бумажной основе с нитрополиамидным покрытием и др.

Черные, белые и цветные краски объединены в серию 8000.

### Глава 11.

#### Краски для офсетной печати

Технический прогресс в области создания высокоскоростных многокрасочных печатных машин, увеличение красочности и повышение качества полиграфической продукции (школьные учебники,

детские книги, художественная и политическая литература), более низкая себестоимость продукции, чем при высоком способе печати, привели к широкому распространению офсетного способа печати.

Это, в свою очередь, оказало влияние на усовершенствование ассортимента красок, и на увеличение объема их производства. Так, по сравнению с 1973 г., в 1981 г. выпуск офсетных красок возрос более чем в 2 раза.

В зависимости от вида полиграфической продукции, бумаги и печатного оборудования красочные заводы выпускают офсетные краски следующих видов:

1) газетные, предназначенные для печатания на специальной офсетной газетной бумаге на рулонных печатных машинах, работающих со скоростью до 20 тыс. об/ч, серия 2111;

2) краски для рулонных печатных машин, работающих со скоростью до 25 тыс. об/ч и оснащенных сушильным устройством, для печатания главным образом книжно-журнальной продукции, серии 2413 и 2414;

3) краски для листовых машин, работающих со скоростью до 7 тыс. об/ч без сушильного устройства, серии 2513, 2514 и 2516;

4) глянцевые офсетные краски для печатания высокохудожественных работ на мелованной бумаге с высокой гладкостью (до 2000 с), серии 2526 и 2527;

5) картографические для печатания на листовых машинах без сушильного устройства с использованием картографической бумаги различных марок, серия 2558;

6) пастельные цветные для печатания фоновых работ на мелованной бумаге, серия 2535;

7) краски для печатания на малых офсетных машинах типа «Ротэпринт», серия 2913 и др.

Принимая во внимание особенности способа офсетной печати, к офсетным краскам предъявляют следующие общие требования.

1. Краски должны обладать высокой водопрочностью — не ниже 4—5 баллов, в противном случае при увлажнении пробельных элементов краска на форме будет частично растворяться и окрашивать увлажняющий раствор, в результате чего пробельные участки на оттиске будут окрашенными, а контуры изображения — расплывчатыми.

2. При непрерывном соприкосновении офсетных красок с увлажняющим раствором они не должны образовывать эмульсии с большим содержанием воды, так как образование эмульсии типа «масло в воде» (рис. 30) или просто большое содержание воды в краске (до 30—40%) приводит к целому ряду осложнений при печатании. Так, при эмульгировании воды (увлажняющий раствор) происходит некоторое загустевание краски, липкость падает, замедляется химическое пленкообразование, снижается интенсивность краски, и наблюдается закатывание краской пробельных элементов печатной формы (пробельные элементы формы «зажириваются»). Значительное поглощение краской увлажня-

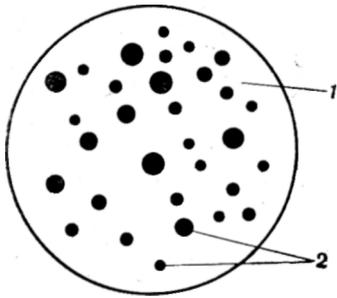


Рис. 30. Эмульсия типа «масло в воде»:  
1 — вода, 2 — масло (связующее)

шего раствора и образование эмульсии типа «масло в воде» приводит к резкому снижению качества продукции, а закатывание краской пробельных элементов требует остановки машины и исправления формы; что влечет за собой простои и снижение производительности труда. Однако следует помнить, что поглощение краской увлажняющего раствора зависит не только от состава краски, но и от регулировки подачи увлажняющего раствора.

3. Офсетные краски должны обладать большей интенсивностью, чем типографские, так как краска, нанесенная на печатную форму, передается сначала на цилиндр, обтянутый резиновым полотном, а затем на бумагу. Поэтому толщина красочного слоя на оттиске (при двукратном переносе) в среднем равна 1,0—1,4 мкм.

В целях повышения интенсивности офсетных красок увеличивают содержание в них цветного пигмента или красочного лака в среднем на 4—6%, по сравнению с типографскими.

Применение биметаллических офсетных форм, на которых печатающие элементы углублены на 3—5 мкм, и использование интенсивных офсетных красок позволяет получать насыщенные оттиски, поэтому офсетный способ может применяться при печати высокохудожественных иллюстраций, репродукций с картин, художественных открыток, детских книг, журналов, плакатов, географических карт и другой изобразительной продукции.

4. Краски должны быстро и прочно закрепляться на оттисках с учетом скорости печатания.

### 11.1. Газетные офсетные краски

В связи с децентрализацией выпуска газет и организацией передачи их изображения по каналам связи с использованием фототелеграфной техники широкое распространение получил офсетный способ печатания газет.

Офсетный способ позволяет печатать иллюстрации с более высокой линиатурой раstra, что дает возможность повысить качество и иллюстрированность газет.

Для газетной печати используют краски серии 2111, которая включает 10 марок. Эти краски обладают сравнительно небольшой вязкостью (4—7 Па·с по стержневому вискозиметру), так как рулонные офсетные машины могут работать со скоростью до 20 000 об/ч, и краска подается по обогретому трубопроводу. Степень перетира красок не превышает 10 мкм.

Краски содержат больше пигмента, чем типографские. Это дает возможность печатать тонкими слоями краски, и, несмотря

на их стоимость, затраты компенсируются уменьшением расхода краски.

Черную краску 2111-011 изготавливают на саже марки ДГМ-105А. В качестве подцветки используют интенсивный красочный лак основной синий или пигмент синий трифенилметановый, так как при введении жирорастворимого индулина краска закатывает пробельные участки на форме.

Для трехцветной печати выпускают краски 2111-231, 2111-331 и 2111-531. Кроме того, изготавливают еще несколько цветных красок для печатания продукции без наложения краски на краску.

## 11.2. Офсетные краски для печатания книжно-журнальной продукции на ротационных машинах

Краски для печатания на рулонных офсетных машинах, работающих со скоростью до 25 тыс. об/ч (с сушильным устройством), выпускают черными, цветными и для четырехкрасочной печати серий 2413 и 2414.

Используются краски главным образом при печатании книжно-журнальной продукции на офсетной бумаге № 1, 2 и тонкой мелованной.

Для рулонных печатных машин с мощными газопламенными сушильными устройствами краски изготавливают на связующих, содержащих летучие растворители. Краски серии 2413, предназначенные для печатания на бумаге № 1 и 2, содержат связующее, которое состоит из двух твердых смол, алкида, льняного масла, смеси минеральных масел и керосиновой фракции с  $t$  кипения 220—270°С.

Краски серии 2414, предназначенные для офсетной бумаги № 1, 2 и тонкой мелованной, содержат связующее, в котором отсутствует льняное масло, а керосиновая фракция имеет более узкий температурный интервал выкипания (РПК — 220—250°С).

Примерный состав красок серии 2414, %:

Пигмент	14—18
Твердые смолы	19—35
Алкидная смола	10—15
Растворители	45—50

В качестве пленкообразователя могут быть использованы смолы ПЭМАК, серии СФ, Пенталин К и смолы серии РЛ. Алкидная смола добавляется для лучшего смачивания пигмента и образования пленки на последней стадии закрепления. При введении растворителей надо учитывать критическое состояние связующего.

При печатании на тонкой мелованной бумаге в первый момент происходит избирательное впитывание части растворителя, затем при прохождении оттисков через сушильное устройство растворитель быстро испаряется, и красочный слой становится достаточно твердым.

Окончательное закрепление происходит за счет окислительной полимеризации, так как связующее содержит алкидную смолу.

На поверхности оттиска остается пигментно-смоляная пленка, изображение получается четким и достаточно интенсивным.

Вязкость красок около 9,5 Па · с по стержневому вискозиметру.

Краски серии 2414 выпускают для четырехкрасочной печати. Эти краски соответствуют стандартам и предназначены для печатания со скоростью до 20 тыс. отт/ч. Краски обладают стабильностью свойств в раскатной системе. Закрепление происходит быстро, так как растворитель легко отделяется от смолы при испарении и небольшом впитывании.

Краски обладают меньшей липкостью, чем краски серии 2413, поэтому при скоростной печати не происходит выщипывания мелованного слоя с поверхности бумаги.

Для печатания на мелованной бумаге могут быть использованы высокоинтенсивные триадные краски серии 2415.

### 11.3. Офсетные краски для листовых печатных машин

Краски, предназначенные для печатания на листовых машинах, работающих со скоростью до 7 тыс. об/ч, без сушильных устройств, подразделяются по составу и свойствам, в зависимости от используемой бумаги, на краски для печатания на офсетной бумаге № 1, мелованной и на высокогладкой мелованной. Выпускаются для печатания книжно-журнальной продукции и высокохудожественных изданий краски серий 2513 и 2514.

При печатании продукции способом «сырое по сырому» на двух- и четырехкрасочных машинах краски (с учетом прохождения листа в машине за 8—10 с) должны быстро закрепляться в первой стадии. Закрепление происходит в результате впитывания жидких, маловязких компонентов связующего, поэтому отмарывание практически отсутствует.

Для нормального течения процесса печатания, когда последующие краски наносятся на невысохшие предыдущие, краски должны обладать определенными реологическими свойствами (вязкость, липкость, структурирование), а также высокой интенсивностью, обеспечивающей необходимые оптические свойства при малых толщинах красочного слоя. Так, например, выпускается черная высокоинтенсивная краска 2513-02 для печатания на офсетной бумаге № 1 и мелованной.

Учитывая, что интенсивность краски зависит от молекулярной природы сажи, ее дисперсности, концентрации и других факторов, используется сажа ДМГ-105 А, которая обеспечивает наибольшую интенсивность краски. Концентрация сажи доходит до 20—22%.

Связующее может быть на основе смолы серий СФ, РЛ или циклокаучука. Кроме того, в состав входит алкидная смола, минеральное, растительное масло и керосиновая фракция РПК.

В качестве подцветки используют масляные пасты на основе синих пигментов. Вязкость красок в среднем 20—26 Па · с./

Примерный состав цветной краски серии 2513, %:

Цветной пигмент или красочный лак	18—21
Алкидная смола	9—10
Смола СФ-460 и М-80	24—27
Декапированное льняное масло	12—16
Минеральное веретенное масло	24—30
Керосиновая фракция	6—7
Сиккатив (нафтенатный Со и Рв)	1

Краски серии 2514 являются универсальными, они пригодны для высокой и офсетной печати. Выпускают черные краски, цветные и триаду: 2514-231 (пигмент — лак рубиновый СК), 2514-331 (пигмент — голубой фталоцианиновый) и 2514-531 (пигмент — желтый прозрачный О).

Краски могут быть использованы для печатания на бумаге № 1, 2 и тонкой мелованной.

Краски серии 2514 отличаются от ранее упомянутых соотношением компонентов и некоторыми показателями (вязкость, липкость).

Краски серии 2516 предназначены для печатания на бумаге мелованной, мелованной повышенной гладкости и включают триадные, цветные и черные краски, которыми печатают высокохудожественную продукцию и иллюстрированные издания.

Универсальные, высокоинтенсивные черные краски 2515-02 и 2515-03 предназначены для офсетной и высокой печати с применением мелованных и высокогладких мелованных бумаг. Вязкость красок по стержневому вискозиметру около 18—20 Па·с. Степень перетира — 5—10 мкм.

Триадные краски по цветовым характеристикам должны соответствовать нормам стандарта СЕИ 13-67, в них вводят те же пигменты, что и в триады для высокой печати. Краски закрепляются в первоначальный момент за счет быстрого впитывания растворителей и образования механически прочной структуры красочного слоя. Поэтому краски не требуют применения противотмарывающих средств. Окончательное закрепление красок на оттисках происходит в результате окислительной полимеризации.

Вязкость цветных красок 22—26 Па·с по стержневому вискозиметру.

Для улучшения печатно-технических свойств, а также предотвращения выщипывания волокон с поверхности бумаги почти во все краски вводят пасту «Нефтегаз-4» (5—8%). В состав красок входит также смешанный нафтенатно-кобальтовый и нафтенантно-свинцовый сиккатив (1—3%).

Триадные краски предназначены для печатания высокохудожественных репродукций, открыток и другой подобной продукции на мелованной бумаге.

Следует отметить, что выпуск цветных офсетных красок в столь широком ассортименте затрудняет планомерную работу по повышению качества красок. Поэтому в перспективном плане производства офсетных красок намечается создание универсальных красок, по своим свойствам пригодных как для офсетной, так и для высокой печати и, следовательно, сокращение ассортимента кра-

сок. В настоящее время уже выпускаются универсальные краски 2515-03, 2513-44, 2513-51, 2513-61, 2514-231 и др.

В перспективе — создание красок с большой скоростью закрепления при инфракрасном облучении, красок для печатания с форм без увлажнения.

Глянцевые офсетные краски серии 2526 (МЗПК № 2) и 2527 (ТЗПК) предназначены для печатания на 2—4-красочных машинах высокохудожественной продукции на мелованной бумаге и мелованной с повышенной гладкостью. Краски образуют достаточно блестящую пленку только на мелкопористой мелованной бумаге.

В краске содержится несколько меньшее количество пигмента (18—20%), по сравнению с неглянцевой краской. Связующее представляет собой многокомпонентный раствор, который состоит из твердых модифицированных фенолоформальдегидных смол, алкида, льняного и минерального масел, керосиновой фракции, пасты «Нефтегаз-4» и сиккатива.

Благодаря повышенному содержанию смол и мелкопористой структуре бумаги, в поры проникает небольшое количество мало-вязких компонентов, а на поверхности бумаги образуется блестящая пигментно-смоляная пленка, которая с течением времени затвердевает в результате химических процессов.

Глянцевые офсетные краски предназначены для печатания рекламы, открыток, репродукций, проспектов и другой подобной продукции.

Изготавливаются краски серий 2526 и 2527 цветные для одно-красочной печати и триадные для печати на мелованной бумаге повышенной гладкости и мелованном картоне.

Картографические краски серии 2558 применяются для печатания на листовых офсетных машинах на картографической бумаге.

Учитывая особенности использования географических, топографических и морских карт, к картографическим краскам предъявляют особые требования. Прежде всего, краски должны обладать определенным цветом и оттенком в соответствии, с принятыми условными эталонами для обозначения морей, низменностей, лесов, гор и др. Промышленность выпускает 18 картографических красок, причем около половины из них содержит по два различных пигмента для придания цвета и оттенка, соответствующего условному обозначению того или иного элемента карты.

Пигменты должны иметь высокую светопрочность, так как карты подвергаются длительному действию света. В краске содержится в среднем 20—26% пигмента, кроме того, в нее вводят 8—12% белил.

- Картографические краски готовят на связующем, которое обеспечивает закрепление в первой стадии за счет впитывания и затем — окислительной полимеризации.

В остальном к картографическим краскам предъявляются те же требования, что и к обычным офсетным.

Пастельные офсетные краски серии 2535 для фоновых работ применяются для печатания на мелованной бумаге и бумаге № 1 и 2. Эти краски, как и пастельные типографские, содержат небольшое количество (1—2%) пигмента, обладают хорошими печатно-техническими свойствами и сравнительно быстрым закреплением. Выпускаются желтого, фиолетового, голубого, зеленовато-голубого, зеленого, зеленовато-серого и голубовато-серого цвета. Пастельными красками печатают обложки, супер-обложки, рекламу и другую продукцию.

#### 11.4. Офсетные краски для печатания на малых офсетных машинах типа «Ротапринт»

Черные и цветные краски серии 2913, изготовляют для печатания на офсетной бумаге № 1 и 2. Они содержат около 15% пигмента или 22—25% красочного лака. Закрепление происходит в результате избирательного впитывания растворителя. На последующей стадии закрепления происходит окислительная полимеризация, благодаря наличию растительного масла и алкидной смолы. Для ускорения этого процесса в краску вводят сиккатив.

По сравнению с остальными офсетными красками, они обладают пониженной вязкостью (10—15 Па·с, так как раскатная система в малых офсетных машинах слабо развита) и повышенной стойкостью к эмульгированию. Последнее объясняется тем, что печатные формы на фольге требуют повышенного увлажнения. Закрепляются при нормальных условиях (температура 18—25°С и влажность воздуха 45—60%) в течение 12—15 ч.

Краски серии 2913 используют главным образом для печатания различной технической информации, бланочной и другой малотиражной продукции.

#### 11.5. Вспомогательные средства

Обычно печатные краски поступают на предприятия в готовом к употреблению виде и применять их следует строго по назначению с учетом характера печатной продукции, вида бумаги, типа машин и скорости печатания. Однако иногда возникает потребность в изменении отдельных свойств. Для этого прибегают к вспомогательным средствам, которыми следует пользоваться с осторожностью, так как они могут быть причиной нежелательных побочных изменений. Например, уменьшая вязкость краски разбавителем, можно вызвать ее «пробивание» или нарушить систему связующего, близко подведенную к критическому состоянию.

Для корректирования свойств офсетных и типографских печатных красок рекомендуют следующие вспомогательные вещества.

1. Для уменьшения вязкости и липкости можно использовать разбавитель марки Р-51, состоящий из 30% вареного льняного и 70% трансформаторного масла. Разбавитель хорошо смешивается с краской, не изменяя ее цвета. При введении в краску 4% разба-

вителя липкость заметно понижается. Его рекомендуется вводить не более 5% от веса краски.

В целях уменьшения вязкости в краску вводят льняную слабо-слабую олифу или вареное масло с вязкостью 0,1 Па·с.

Разбавитель Р-51, слабо-слабую олифу или вареное масло следует вводить в краски, содержащие растительные масла или алкидную смолу.

2. Для улучшения печатно-технических свойств красок в них рекомендуется добавлять специальные пасты, например «Нефтегаз-4». Эта паста бесцветна, в тонком слое прозрачна, улучшает печатно-технические свойства без изменения вязкости и скорости закрепления красок. Пасту «Нефтегаз-4» вводят в офсетные и типографские краски в количестве 3—5%.

3. С целью снижения липкости без уменьшения вязкости красок можно использовать пасты марок 10—8 и 10—9. В состав паст может входить стеарат алюминия в минеральном масле, воск, парафин, церезин и др.

Например, паста 10—8 состоит из следующих компонентов, %:

Паста «Нефтегаз-4»	18
Парафин	40
Трансформаторное масло	42

Паста 10—8 используется для корректирования свойств обычных офсетных и типографских красок, паста 10—9—для глянцевых красок. 3—5% пасты обычно добавляют при выщипывании краской волокон бумаги.

4. Печатная паста (ПП) предназначена для повышения прочности красочной пленки к истиранию и против отмарывания при печатании. Паста содержит низкомолекулярный полиэтилен, полимеризованное льняное масло и др.

Однако при четырехкрасочной печати не рекомендуется вводить пасту ПП в первую и вторую краски, так как образовавшийся восковой слой плохо воспринимает последующие краски.

Таблица 21

Стоимость вспомогательных средств

Разбавители	Цена за 1 кг, руб.	Паста	Цена за 1 кг, руб.
Олифа льняная слабо-слабая	2,47	Печатная ПП	2,08
Вареное льняное масло	2	Печатная 10-8	0,92
Разбавитель Р-51	1,04	Антисушительная АП	1,07
Декапированное масло	2,95	Паста для глянцевых красок 10-9	1,33
Сиккатив нафтенатно-кобальтовый	2,22	—	—
Сиккатив нафтенатно-свинцовый	9,55	—	—

5. В процессе работы могут возникнуть затруднения в связи с преждевременным высыханием красок на печатной форме и красочных валиках. Для предотвращения этого рекомендуется антисушительная паста АП. Состоит паста из парафина, церезина, дифениламина и минерального масла. Вводить ее следует не более 5% от веса краски.

**С и к к а т и в ы**— катализаторы процесса окислительной полимеризации, и антиоксиданты, замедляющие этот процесс, рассмотрены в разделе «Химические пленкообразующие связующие», с. 82—83.

В табл. 21 приведена примерная стоимость вспомогательных средств.

## Глава 12.

### **Краски для глубокой печати**

Способом глубокой печати обычно печатают издания, содержащие большое число иллюстраций, например журналы «Огонек», «Советский экран», художественные альбомы, каталоги, репродукции с картин.

Принимая во внимание специфические особенности глубокой печати, к печатным краскам предъявляют соответствующие требования.

В формах глубокой печати пробельные элементы находятся в одной плоскости, а печатающие углублены. Глубина ячеек зависит от тональности изображения и равна 5—30 мкм. Печатная краска наносится на всю форму, затем удаляется с пробельных мест ножом-ракелем. Только благодаря небольшой вязкости порядка 0,1 Па·с (или при 20—70 с по воронке ВЗ-2,5 при температуре 20° С) \* краска легко заполняет углубления формы, полностью снимается ракелем с пробельных мест и быстро переходит с формы на бумагу.

Однако такая жидкая краска до своего закрепления не должна сильно впитываться в бумагу во избежание снижения интенсивности изображения на оттиске и глубоко проникать в толщу бумаги — «пробивать». Глубокое проникновение краски в бумагу ухудшает качество изображения, так как нарушается тоновая градация, создающаяся разной толщиной красочного слоя.

Характерная особенность состава красок для глубокой печати — небольшое содержание пигмента (7—10%) и использование в качестве связующих лаков, представляющих собой 35—40% -ные растворы смол в летучем органическом растворителе — толуоле.

Небольшое содержание пигмента обусловлено тем, что толщина красочного слоя на оттисках в несколько раз больше, чем

\* Определяют вязкость красок при 20° С по воронке ВЗ-2,5 и выражают в секундах (отверстие, через которое вытекает 100 мл краски, равно 2,5 мм).

в высокой печати и, тем более, в офсетной, поэтому фактически пигмента в красочном слое на оттиске получается больше. Оттиски получаются насыщенными, с широкой гаммой плотностей.

Для того чтобы ограничить впитывание жидких красок, нанесенных толстым слоем, применяют специальную высоконаполненную бумагу с мелкопористой структурой, благодаря чему происходит некоторое отфильтровывание маловязкого растворителя от пигмента и смолы. Используют также быстролетучие растворители, в результате быстрого испарения которых краска загустевает, процесс впитывания приостанавливается, и происходит закрепление, т. е. образование на поверхности оттиска пигментно-смоляной пленки. Процесс испарения растворителя ускоряется при прохождении оттисков через специальные сушильные устройства. При таких условиях испарение растворителя происходит настолько быстро, что краска практически закрепляется в течение нескольких секунд, несмотря на довольно толстый слой (10—15 мкм) в темных тонах изображения.

Однако наличие легколетучего растворителя в краске может вызывать затруднения и нарушения технологического процесса печатания. Дело в том, что в открытом красочном корыте происходит постоянное испарение растворителя и повышение вязкости краски, поэтому на машине устанавливают автоматические дозаторы, постоянно контролирующие и добавляющие нужное количество растворителя для поддержания заданной постоянной вязкости краски.

Для получения продукции высокого качества краски должны образовывать прочную пигментно-смоляную пленку с блеском, превышающим блеск бумаги, что обеспечивается специальным подбором смоляной части связующего, концентрацией и дисперсностью пигмента.

Низкая степень дисперсности пигмента и в особенности содержание грубых частиц придают краске абразивные свойства. Грубые твердые частицы попадают под ракель и процарапывают полосы на поверхности пробельных участков. Эти углубления — полосы заполняются краской, которая при контакте с бумагой переходит на пробельные участки оттиска, снижая качество продукции (появляется так называемое «полошение»).

Краски для трех- и четырехкрасочной печати должны обладать широким цветовым охватом и максимальной прозрачностью даже в самых толстых слоях.

Все цветные краски должны быть светостойкими и обладать прочностью к спирту, потому что часто обложки, реклама и иллюстрации подвергаются лакированию спиртовыми лаками.

При хранении краски глубокой печати, несмотря на их малую вязкость, должны оставаться стабильными и не расслаиваться. Однако при длительном хранении (более 6 месяцев) частицы пигмента, обладающие более высокой плотностью, чем связующее, оседают на дно тары. Верхние слои при этом обедняются пигментом, а в нижних слоях концентрация пигмента сильно возрастает.

Если пигмент склонен к структурообразованию (например, сажа), осадок получается рыхлым благодаря образованию структурного каркаса в результате сцепления частиц пигмента и включения в него связующего. Такой осадок легко перемешивается, и краска снова приобретает прежние свойства.

При отсутствии структурообразования осадок ложится на дно плотным слоем, вытесняя жидкое связующее. Размещать такой плотный осадок очень трудно, а в некоторых случаях невозможно, поэтому краска утрачивает свои прежние свойства.

При печатании на быстроходных рулонных ротационных машинах, работающих со скоростью до 25 000 об/ч, на листовых ротациях с производительностью до 6000 об/ч применяют краски почти одного и того же состава, но разной вязкости, разной скорости закрепления.

При печатании на быстроходных машинах глубокой печати, когда формный цилиндр вращается с большой скоростью в красочном корыте, краска не должна образовывать пены. В противном случае мелкие пузырьки воздуха в жидкой краске при контакте с бумагой раздавливаются, краска разбрызгивается по оттиску, что значительно снижает качество печати. Пенообразование в значительной степени зависит от природы смолы, ее молекулярного веса, а также растворителя.

Для уменьшения пенообразования в краску вводят пеногаситель — поверхностно-активное вещество, снижающее поверхностное натяжение краски на границе с воздухом. На практике в качестве пеногасителя используют полиметилсилоксановую жидкость (ПМС-200) в количестве 0,03—1% от веса краски.

Жидкие краски глубокой печати содержат большое количество легколетучего растворителя, который, как показала статистика, испаряется, в основном (на 70%), при прохождении оттисков через сушильные устройства. Поэтому при недостаточной приточно-вытяжной вентиляции пары растворителя могут быть вредны для здоровья и опасны в пожарном отношении. В связи с этим современные печатные машины оснащены устройством для удаления паров. Они могут улавливаться в рекуперационной установке, состоящей из адсорбера и конденсатора, где они снова переходят в жидкое состояние для вторичного использования.

Краски глубокой печати выпускают серии 3314 для печатания на специальной бумаге № 1 и № 2; для мелованной бумаги предназначена серия 3315. Краски могут быть черными, цветными для печатания без наложения краски на краску и для четырехкрасочной печати.

Черные краски выпускают с разными оттенками: нейтральная 3314-01, с зеленоватым 3314-02, синеватым 3314-03 и красноватым 3314-04.

Черные краски содержат, кроме канальной, печную сажу, а также подцветку — пигмент или красочные лаки.

Например, черная краска № 3314-03 имеет следующий состав, %:

Сажа канальная	3,0
Сажа печная	3,0
Подцветка	3,2
Смола (твердая)	31,0
Этилцеллюлозный 10%-ный лак	2,8
Полиэтиленовая паста	7,0
Толуол	50,0

Этилцеллюлозный лак состоит из этилцеллюлозы, изопропилового спирта и толуола.

При печатании на небольших скоростях в краску вводят около 8% среднелетучего растворителя (уайт-спирит) для замедления процесса испарения, чтобы предотвратить преждевременное загустевание краски на печатной форме.

Цветные краски обычно изготавливают без наполнителей (белые пигменты), чтобы повысить интенсивность, и с увеличенным содержанием смолы для получения более прочной и блестящей пленки.

Краски, в среднем, имеют вязкость (по воронке ВЗ-2,5) 35—40 с.

Выпускают кроющие, полукроющие и прозрачные краски. Для бумаги № 1 и № 2 краски серии 3314, для мелованной бумаги — 3315. Для этих красок в качестве основного связующего применяют раствор смолы РЛ в толуоле. Кроме того, для придания смоляной пленке на оттиске эластичности иногда вводят лак на основе циклокаучука, для придания прочности — этилцеллюлозный лак. Краску разбавляют техническим толуолом до нужной вязкости.

Для печатания репродукций с картин, иллюстраций и другой высокохудожественной продукции изготавливают триады на тех же пигментах и красочных лаках, что и триады для высокой и офсетной печати. Примерный состав пурпурной краски для четырехкрасочной печати № 3315-231, %:

Лак рубиновый СК	8
Смола РЛ	31
Полиэтиленовая паста	5
Этилцеллюлозный 10%-ный лак	5
Толуол	51

Скорость закрепления красок глубокой печати можно регулировать только в некотором интервале, который ограничивается допустимыми колебаниями в вязкости краски и ее интенсивности.

Для ускорения процесса закрепления необходимо несколько уменьшить вязкость краски и повысить скорость испарения. Для замедления закрепления в краску добавляют среднелетучие растворители.

Для регулирования вязкости применяют лак РТ (толуольфрезинатный), а для понижения насыщенности цвета — ослабитель 3315-80 — белая краска, содержащая в качестве пигмента азросил (высокодисперсная окись кремния).

В связи с тем, что краски для глубокой печати содержат легкоиспаряющийся растворитель — толуол, встал вопрос о замене

его более безвредным для здоровья работающих в печатном цехе растворителем.

Киевский филиал ВНИИ комплексных проблем полиграфии провел работу по созданию водоразбавляемых красок глубокой печати.

За основу связующего в качестве пленкообразователя был избран водорастворимый акриловый сополимер. Соплимер хорошо растворяется в воде в присутствии аммиака, который нейтрализует карбоксильные группы у смолы. При печатании краской на таком связующем на оттисках происходит разложение азотистых соединений и удаление аммиака, в результате этого образуется смоляная пленка с пигментом. Краска при испытании показала удовлетворительные печатные свойства, но по другим параметрам еще требуется доработка ее рецептуры.

### Глава 13.

#### **Краски для специальных видов печати, для офсетной и глубокой печати на невпитывающих материалах**

Большое развитие получили в последнее десятилетие специальные виды печати: флексографская, трафаретная, а также офсетная и глубокая для печатания особой продукции, главным образом упаковочной.

Печатание ведется не только на различных по своей природе материалах: целлофане, полиэтиленовой, полистирольной, полихлорвиниловой пленках, керамике, стекле, металлической фольге, переплетных материалах, пластмассах и т. д., но и на изделиях различной конфигурации: банках, ампулах, бутылках. Печатают различную упаковочную продукцию для пищевых и промышленных товаров, этикетки, пригласительные билеты, изобразительную продукцию и др.

В связи со специфическими свойствами, обусловленными характером печатных форм и многообразием запечатываемого материала, краски значительно отличаются по своим свойствам и составу. Все краски должны обладать определенными оптическими, печатно-техническими свойствами и прочно закрепляться на запечатываемом материале за счет адгезионных сил или частичного диффундирования в поверхностный слой материала жидкой фазы краски.

Большой ассортимент печатных красок для специальных видов печати, для офсетной и глубокой печати на невпитывающих поверхностях классифицируют и обозначают четырьмя начальными буквами слов, обозначающих вид печати, вид запечатываемого материала и тип пленкообразователя.

В соответствии с таким обозначением первая буква указывает вид печати: Ф — флексографская, Т — трафаретная, Г — глубокая, О — офсетная и С — типоофсетная.

Вторая буква обозначает название материала, для которого предназначена краска: Ц — целлофан, П — обработанная полиэтиленовая пленка; Ф — фольга алюминиевая, Б — бумага, В — винилхлоридная пленка, У — для нескольких видов материала (универсальная), Н — непитающиеся материалы.

Третья и четвертая буквы указывают тип пленкообразователя, во многом определяющего свойства красок: ХВ — поливинилхлоридная смола, ШЛ — шеллак, НЦ — нитроцеллюлоза, МС — алкидностирольная смола, ЭЦ — этилцеллюлоза, ПФ — пентафталева смола, ФЛ — фенольная смола. После четырех букв, обозначающих серию красок, следует трехзначная цифра, указывающая цвет краски (в отличие от двухзначной цифры в обычных красках). Например, красные нумеруют от 200 до 299, синие от 300 до 399, зеленые — 400—499.

Например, номер краски ТПХВ-551 обозначает, что предназначена она для трафаретной печати на полиэтиленовой пленке. Краска изготовлена на основе поливинилхлоридной смолы, цвет — желтый. ФУШЛ-461 — флексографская краска, универсальная, изготовлена на основе шеллачной смолы, цвет — зеленый.

Кроме того, в последнее время красочные заводы обозначают их начальными буквами (специальные флексографские — СФ, специальные трафаретные — СТ, специальные для глубокой печати — СГ) с последующими цифрами. Например, серия СГ 1.3.1. краска предназначена для печатания способом глубокой печати на алюминиевой фольге, серия СГ 1.6.1. для печатания на картоне типа «Хромэрта» и мелованной бумаге.

Краски трафаретные серии СТ.3.1., нитроцеллюлозные, предназначены для печатания на бумаге, тканях, пленках, фольге. Серия СТ 3.6.— для печатания на стеклянной таре и пластмассе. Серия СТ 3.10.— для многоцветной растровой печати изобразительной продукции на бумаге.

Однако следует отметить, что для красок специальных видов печати, а также офсетных и глубокой печати, предназначенных для печатания на непитающихся материалах, единой системы обозначения и нумерации пока нет. Это сильно затрудняет работу с ними на предприятиях, поэтому в ближайшее время будет проведена систематизация большого ассортимента этих красок.

### 13.1. Краски для специальных видов печати

Краски для флексографской печати. Характерная особенность флексографской печати — использование резиновых или полиэфируретановых печатных форм высокой печати. Формой служит стереотип, получаемый с матриц прессованием с последующей вулканизацией, после чего форма приобретает прочность и эластичность. Печатают обычно на ротационных высокоскоростных машинах.

Флексографская печать довольно широко применяется для печатания на упаковках пищевых и промышленных товаров. Печа-

тать можно на различных материалах: впитывающих (бумага, картон) и невпитывающих (целлофан, полиэтиленовые пленки, металлическая фольга).

Флексографские краски серии СФ 2.7 (ФБШЛ) предназначены для печатания на впитывающих материалах: бумаге и картоне. Например, широко используют бумагу — основу для обертывания конфет с последующим парафинированием.

Краски изготовляют на основе спирто-водного раствора (1:1) шеллака с использованием достаточно прочных пигментов (15—17%).

Краски закрепляются за счет впитывания и, главным образом, испарения при прохождении устройства для сушки (плита, нагретая до 50°С).

Краски обладают хорошей свето-, водо- и кислотопрочностью, стойкостью к действию парафина.

При печатании на картонной таре могут быть использованы краски на основе растворимого красителя. Они содержат 6—9% красителя, связующим служит раствор смолы в спирто-водной смеси; краски быстро закрепляются в результате испарения и впитывания, изображение на оттиске получается прозрачным.

Для повышения вязкости в краску вводят 5% глицерина. Краски обладают хорошими печатно-техническими свойствами, их вязкость 12—16 с по воронке ВЗ-4, при наличии сушильных устройств закрепляются почти моментально.

Для печатания на целлофане, обработанной полиэтиленовой пленке, алюминиевой фольге с успехом могут быть применены краски ФУШЛ — флексографские универсальные, связующее которых состоит из спирто-этилацетатного лака на основе природной смолы (шеллак) с добавлением меламина-формальдегидной.

Флексографские универсальные краски содержат пигменты высокой светопрочности, водостойкость их 4—5 баллов, щелоче- и кислотоустойчивость — 4—5 баллов. Вязкость таких красок 30—40 с по воронке ВЗ-4. При печатании на ротационных машинах для ускорения закрепления краски оттиски пропускают через нагретую плиту.

Примерный состав флексографских универсальных (ФУШЛ) красок, %:

Пигмент	10—15
Лак спирто-этилацетатный на основе шеллака	60—75
Смола меламина-формальдегидная	9—10
Паста полиэтиленового воска	2—3
Дибутилфталат	1—4

В серии ФУШЛ выпускают черные краски, кроющие белые и несколько цветных.

Краски для трафаретной печати. Печатной формой трафаретной печати служит натянутая на раму мелкая сетка, на которую нанесен трафарет (штриховые иллюстрации, текст и растровые точки с тоновых оригиналов). При печатании краска ракелем продавливается только через печатающие элементы на за-

печатаемый материал. Характерная особенность этого способа печати заключается в том, что на оттиске получается насыщенное рельефное изображение с толщиной красочного слоя в 50—80 мкм, т. е. в 10—20 раз большей, чем при обычных способах печати.

Печатать можно на разных по своей природе материалах (бумага, картон, пластмасса, керамика, дерево и др.), а также на изделиях различной конфигурации.

Несмотря на небольшую тиражестойкость трафаретных форм и сравнительно небольшую скорость печатания на полуавтоматических и автоматических машинах, трафаретная печать широко применяется для печатания этикеток, небольших тиражей приглашительных билетов, поздравительных открыток, плакатов, для нанесения изображений на переплетные крышки, упаковочный материал и др.

Состав и свойства красок зависят от специфики трафаретной печати и свойств запечатываемого материала.

Краски для трафаретной печати должны быть достаточно густыми, вязкими, чтобы самопроизвольно без нажима ракеля не проходить через ячейки формы, а при продавливании — не забивать сетку. Вязкость красок 20—28 мм по методу растекания. На оттиске краски не должны растекаться и образовывать при впитывании в бумагу масляных ореолов. В то же время трафаретные краски должны легко, равномерно распределяться по сетке ракелем и при поднятии формы не образовывать длинных тяжей, обладать хорошей адгезией к запечатываемому материалу и, по возможности, быстро закрепляться, образуя прочную эластичную пленку.

Большую роль в связи с этими требованиями играют реологические свойства красок, поэтому в ряде случаев рекомендуются добавки, увеличивающие тиксотропное структурообразование красок.

В связи с характером печатной продукции к краскам предъявляется ряд требований: светостойкость не ниже 7-ми баллов, прочность к кислотам, щелочам, спирту, бензину, минеральным маслам и воде не ниже 4—5-ти баллов, достаточная термостойкость, так как оттиски высушивают при  $t$  60—120° С, поэтому для изготовления красок чаще всего применяют титановые белила, голубой фталоцианиновый, ярко-красный Ж и другие достаточно термостойкие пигменты.

Трафаретные краски в зависимости от связующего закрепляются в результате испарения растворителей (этилцеллозольв, тетралин, уайт-спирит), окислительной полимеризации или комбинации процессов испарения и химического пленкообразования.

Для печатания на бумаге, картоне, коленкоре применяют специальные трафаретные краски СТ 3.10 (ТБЭЦ), состоящие из пигмента (6—12%), титановых белил (5—9%), прозрачных белил (6—8%) для улучшения печатных свойств, этилцеллолозного лака (40—75%), этилцеллозольва и тетралина (13—20%). Закрепление при нормальной температуре длится 18—20 мин, при

t 70—80° С — 0,5 мин. Краски матовые, рекомендуются для печатания открыток, эстампов, плакатов, рекламы и др.

Краски серии ТУМС — универсальные, ими можно печатать на впитывающих (бумага, картон) и невпитывающих материалах (триацетатная пленка, ледерин, органическое стекло).

Примерный состав красок серии ТУМС, %:

Пигмент цветной и двуокись ТИТАНА	11—30
Алкдиностирольный сополимер, растворенный в уайт-спирите	57—80
Керосиновая фракция	4—7
Аэросил А-300	3—5
Сиккатив нафтенат кобальта	2—3

Трафаретные краски всех серий выпускаются черные, белые и цветные. Например, ТУМС-355, ТУМС-552, ТУМС-254.

Закрепляются краски ТУМС за счет испарения и окислительной полимеризации в течение 1—1,5 ч, при t 80° С за 3—4 мин.

Для печатания на переплетных материалах — поливинилхлоридной пленке и ледерине — предложены специальные переплетные трафаретные краски (ТПХВ), содержащие 6—7% органического или 25—30% неорганического пигмента. Для повышения кроющей способности в краску вводят 5—8% титановых белил. Связующее состоит из поливинилхлоридной пасты (41—57%), акрилового лака (10—14%), уайт-спирита (11—12%) и керосина (2—3%). Краски имеют небольшую степень перетира (25 мкм по клину), так как печатание ведется толстыми слоями. Трафаретные краски серии ТНПФ предназначены для печатания на невпитывающих поверхностях.

Для трафаретной печати изготовляют и флуоресцентные краски серии ТБАФ.

Интересная трафаретная краска «Пентафен»\* для печатания на невпитывающих материалах. Краска обладает хорошей адгезией к полиэтиленовой пленке, полистиролу, полихлорвинилу, стеклу, металлу и другим материалам. Состоит она из пасты, отвердителя, замедлителя и растворителя. После смешения с отвердителем краска должна быть израсходована в течение 24 ч. Закрепление краски происходит быстро, за несколько минут, в результате химической реакции взаимодействия основной смолы связующего со «сшивающим агентом». Образуется трехмерный полимер, обеспечивающий прочность и твердость пленки. Однако краска требует сравнительно продолжительной горячей сушки.

### 13.2. Краски глубокой и офсетной печати для печатания на невпитывающих материалах

Краски для глубокой печати. Способ глубокой печати широко применяется для изготовления всевозможной продук-

\* Пийроя Э. К., Пыльдасаар М. Э.-А. Универсальная быстровысыхающая краска для трафаретной печати. Полиграфия, 1974, № 4, с. 33,

ции на полиэтиленовых, целлофановых пленках, алюминиевой фольге и бумаге.

Печатают этими красками на ротационных машинах с сушильным устройством,  $t$  сушки, в среднем,  $80^{\circ}\text{C}$ . Краски закрепляются в результате испарения растворителя и образуют прочную, стойкую к истиранию эластичную пленку, способную изгибаться вместе с запечатываемым материалом. Краски обладают малой вязкостью, как и обычные краски глубокой печати. Особое значение имеет адгезия краски к запечатываемому материалу, поэтому в зависимости от материала состав красок несколько изменяется и в каждом конкретном случае подбирается пленкообразователь и растворитель. Краски содержат 6—8% пигмента и в качестве связующего, чаще всего, перхлорвинилового лак.

Выпускают несколько серий красок. Например, для печатания на предварительно обработанной полиэтиленовой пленке предназначены краски серии СГ 1.1. Серия СГ 1.6.1 применяется для печатания на алюминиевой фольге; серия ГБХВ для печатания на бумаге «Люксопринт» и картоне, ГЦНЦ — на целлофане.

Выпускают черные, белые и цветные краски. Цветные краски имеют высокую водопрочность (5 баллов), спирто-, кислото-, и щелочепрочность — 4—5 баллов, обладают стойкостью к действию жиров и безвредны при соприкосновении с пищевыми продуктами.

Краски имеют небольшую вязкость — 18—24 с по воронке ВЗ-4.

Примерный состав красок для печатания на различных материалах приведен в табл. 22.

Следует отметить, что в последнее время проводятся работы по созданию универсальных красок, которыми можно печатать на разных материалах.

Упаковочная продукция, этикетки на бумаге и картоне с полиэтиленовым покрытием могут быть отпечатаны термопластическими красками. Они состоят из термопластической феноло-формальдегидной смолы М-80 (21%) или циклокаучука (15%), не-

Таблица 22

Состав красок глубокой печати в %

Компоненты краски	Материал для печатания	
	целлофан	бумага Люксопринт
Пигмент	7—8	6—8
Перхлорвиниловый лак (раствор перхлорвинила в этилбутилацетате)	—	57—64
Нитроцеллюлозный лак	65—73	—
Добавки, улучшающие печатные свойства	1,5—2,5	—
Алкидноакриловый сополимер	6—8	11—25
Бутилацетат	6—8	6—18
Этилацетат	13—18	—

большого количества (5%) сополимера винилацетата с этиленом; для снижения вязкости в расплавленном состоянии вводят монтан — воск (64—66%) и парафин (8—16%). Краска содержит 6% жирорастворимого красителя.

При комнатной температуре это твердая краска, а при нагревании в машине до 85—105°С она расплавляется и приобретает малую вязкость, необходимую для глубокой печати. При получении оттиска краска охлаждается и мгновенно закрепляется. Образовавшаяся пленка должна быть механически прочной, эластичной и обладать адгезией к запечатываемому материалу.

Краски имеют несомненные преимущества, заключающиеся в том, что они полностью переходят с формы на запечатываемую поверхность толстым слоем, и изображение получается насыщенным. Краски не содержат летучих растворителей и не загрязняют окружающую среду. Однако требуется доработка их рецептуры, так как не все параметры красок удовлетворяют производству.

Офсетные краски для печатания на металлах готовят с учетом особенностей технологического процесса печатания, который заключается в том, что на жести перед печатанием наносят грунтовый слой (эмаль, лак или белила) в целях создания фона и улучшения сцепления красочного слоя с печатным материалом — жестью.

Листы, отпечатанные в одну или несколько красок, подвергают сушке в специальных туннелях при  $t$  80—150°С, поэтому пигменты должны быть достаточно термостойкими, так как иначе может измениться цвет краски.

Краски для печатания на жести обладают повышенной липкостью и вязкостью (22—27 мм по растеканию), их прочность к растворителям (бензин, скипидар, бутилацетат, вода, щелочи и кислоты) — не ниже 4—5 баллов.

Закрепляются краски исключительно за счет окислительной полимеризации, так как содержат в своем составе алкидные смолы ПФЛ-10-300, ГФК-500 и натуральную льняную слабо-слабую олифу. Для ускорения образования пленки в краску вводят сиккатив, а для улучшения печатно-технических свойств — белила на основе гидрата окиси алюминия. Скорость закрепления таких красок при  $t$  120—150°С должна быть не более 18 мин. Краски обладают стойкостью к стерилизации, выдерживают в течение 2 часов температуру 120°С при повышенном давлении в присутствии воды и пара.

Образовавшиеся красочные пленки механически достаточно прочны, эластичны и выдерживают нагрузки, которым подвергаются отпечатанные листы жести при изготовлении из них различных изделий (консервные банки, упаковочная тара, детские игрушки и др.).

Краски для печатания по жести серии 10 000 выпускаются цветными, черными, белыми. В качестве примера рассмотрим состав желтой краски № 10 550, %:

Пигмент желтый	13
Пигмент белый	5
Смола ПФЛ-10-300	52
Смола ГФК-500	5
Олифа льняная слабо-слабая	22
Сиккатив	3

Быстрозакрепляющиеся офсетные краски серии 12 000 предназначены для печатания на металлах с диффузионным механизмом закрепления. Составы грунтового слоя АЭ-1 или АЭ-2 и печатной краски подобраны таким образом, что закрепление краски происходит в результате диффузии растворителя из смоляного раствора в грунтовый слой. Процесс закрепления протекает быстро, пленка получается прочной и выдерживает нагрузки при штамповке, не разрушаясь.

Краски изготовляют на основе сополимера, растворителя, пигмента и диоктилфталата.

Выпускают краски для четырехкрасочной печати: пурпурную 12 000-231, голубую 12 000-331, желтую 12 000-531, черную, 12 000-01 и ряд цветных.

В связи с широкими изобразительными возможностями офсетной (цветной) печати особый интерес представляет печатание школьных наглядных пособий, детских книг, географических карт, сувербложек и другой подобной продукции на полихлорвиниловой пленке.

Для этой цели предназначена серия красок ОВКМ (офсетные краски для печати на виниловой пленке), где в качестве основы связующего использована канифольно-малеиновая смола. Краски выпускают нескольких цветов, они отличаются стабильностью свойств, быстротой и прочностью закрепления. Процесс закрепления происходит за счет диффузии низкомолекулярной части связующего (40% раствор фенольной смолы марки ФТ-1 в диметиловом эфире фталевой кислоты) и окислительной полимеризации (канифольно-малеиновая смола в льняном масле). Этими красками обычно печатают на офсетных листовых машинах, работающих со скоростью 2—3 тыс. об/ч. Краски обладают хорошими печатно-техническими свойствами, высокой интенсивностью и быстро закрепляются на оттиске, не отмарывая.

## Глава 14.

### **Перспективы развития производства печатных красок и экономические факторы при использовании их**

#### **14.1. Перспективы развития производства красок**

Потребность в полиграфических красках за десятую пятилетку значительно возросла. Например, по газетным краскам — на 40—50%, по черным типографским и офсетным — на 60—70%, по цветным высокой и офсетной печати — на 25—30%, по краскам глубокой печати — на 25—30%, по краскам для специальных ви-

дов печати — в 10 раз \*. Предусматривается также создание новых красочных систем и дальнейшее совершенствование рецептуры существующих красок.

Работы по улучшению ассортимента печатных красок проводятся систематически и диктуются возрастающими требованиями к качеству печатной продукции, развитием технологических процессов печати, увеличением скорости работы и производительности печатных машин, непрерывным расширением ассортимента запечатываемых материалов (полимеры, стекла, металлы, керамика и др.).

Кроме того, учитываются требования по оздоровлению условий труда и охране окружающей среды, замене дефицитных и природных продуктов синтетическими материалами, более доступными и экономически выгодными.

Ассортимент красок для традиционных способов печати за последние годы значительно изменился и улучшился. Выпущены краски на новых связующих, которые обеспечивают скорость закрепления, позволяющую печатать в несколько красок за один прогон, без противотмарочных средств. Повысилась интенсивность, что позволило печатать более тонкими слоями и тем самым сократить расход краски и улучшить качество печати. Например, вырабатываются черные высокоинтенсивные краски для листовой офсетной и высокой печати № 2513-03, 2414-011 и др.

Продолжаются работы по повышению интенсивности цветных, в особенности триадных красок для печатания высокохудожественной продукции; это даст возможность не только повысить качество печати, но и сократить время закрепления краски на оттисках, так как она наносится более тонкими слоями. Например, в офсетной печати толщину красочного слоя можно сократить с 1,1 до 0,9 мкм.

Выпускаются краски глянцевые, которые образуют блестящее изображение на мелованных бумагах. Краски стабильны при хранении, образуют достаточно прочную пленку к истиранию. Проводятся работы в направлении создания универсальных красок, пригодных для плоской и высокой печати и нескольких видов бумаги. Создание универсальных красок позволит сократить необоснованно широкий ассортимент выпускаемых красок, упорядочить производство красочных заводов, повысить качество красок и облегчить выбор красок в типографиях.

В настоящее время уже выпускаются универсальные краски серий 1725, 2513, 2516 и др. Проводятся дальнейшие поиски возможности улучшения спектральных характеристик триадных красок, в особенности пурпурной на лаке рубиновом СК. Улучшается существующий ассортимент красок, т. е. совершенствуются рецептура красок, печатно-технические и оптические свойства.

Острой проблемой остается вопрос по ускорению закрепления

\* Бонвеч Г. Развитие производства печатных красок в десятой пятилетке. Полиграфия, 1977, № 8, с. 7.

красок на оттисках. Сокращение времени закрепления осуществляется за счет применения сушильных устройств и новых связующих веществ.

Перспективными являются быстрозакрепляющиеся краски для листовых машин высокой и офсетной печати с инфракрасными сушильными устройствами.

В перспективном плане намечено создание красок, не содержащих органических растворителей, которые ухудшают условия труда, загрязняют окружающую среду. Это в первую очередь относится к краскам глубокой печати, которые содержат легколетучий, токсичный растворитель — толуол. Поэтому особый интерес представляют краски глубокой печати на водной основе — водо-разбавляемые, а также термоплавкие краски.

#### 14.2. Экономические факторы при использовании красок

Рассмотренные печатные краски для высокой, офсетной, глубокой печати и другие значительно отличаются не только по свойствам, но и по составу. В зависимости от природы пигмента, его концентрации в краске, связующего и других факторов стоимость красок колеблется от 0,35 до 6,00 руб. за 1 кг, что существенно отражается на стоимости выпускаемой полиграфической продукции.

Для сопоставления стоимости различных красок в качестве примера в табл. 23 приведены цены за 1 кг некоторых печатных красок по прейскуранту № 57-13-53 оптовых цен на 1971 г.

Однако на стоимость полиграфической продукции оказывает влияние не только цена краски, но и условия ее расходования, что, в свою очередь, зависит от формата печатного листа, процента его запечатанности, толщины красочного слоя, плотности краски и, естественно, от объема издания и тиража.

Расход краски для печатания издания (без учета технических потерь) можно рассчитать, зная плотность краски, толщину красочного слоя и другие параметры, по формуле

$$Q = (a \cdot b) \cdot h \cdot d \cdot n \cdot T \cdot k,$$

где  $Q$  — количество краски, кг;

$a$  — ширина запечатываемого листа, м;

$b$  — длина запечатываемого листа, м;

$h$  — толщина красочного слоя\*, м;

$d$  — плотность краски, кг/м<sup>3</sup>;

$n$  — объем издания, физ. печ. л.;

$T$  — тираж, экз.;

$k$  — процент запечатанности площади бумажного листа.

Например, для печатания фоновой работы форматом 60 x 90 см на плоскочечатной машине краской с плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup> при толщине красочного слоя в 2 мкм для получения 1000 оттисков потребуется 1,6 кг (без учета технических потерь).

\* Для высокой печати, в среднем, толщина красочного слоя 1,7—2,0 мкм. Для офсетной печати — 1,0—1,4 мкм.

Таблица 23

## Стоимость некоторых печатных красок

Назначение краски	Цвет краски	Номер краски	Стоимость 1 кг. руб.
<b>Для высокой печати (типографские)</b>			
Ротационные газетные для печати со скоростью 25 тыс. об/ч	черная	1-Л	0,35
Газетная для плоскопечатной машины	черная	1711-01	0,50
Ротационные газетные для печати со скоростью 20 тыс. об/ч	цветные:		
	оранжевая	1111-11	1,95
	красная	1111-26	2,27
	желтая	1111-50	2,33
	фиолетовая	1111-71	3,69
<b>Для трех-четыреокрасочной печати</b>			
Книжно-журнальные ротационные для печати со скоростью 9 тыс. об/ч без обогрева	пурпурная	1111-231	1,86
	голубая	1111-331	2,23
	желтая	1111-531	2,86
	черная	1312-02	0,60
Книжно-журнальные ротационные для печатания со скоростью до 25 тыс. об/ч с сушильным устройством	черная	1414-01	1,28
	черная	1713-01	1,38
Для печати на плоскопечатных машинах со скоростью 2—7 тыс. об/ч	цветные:		
	красная	1715-23	2,37
	желтая	1715-50	3,09
	синяя	1715-34	4,64
	зеленая	1715-42	7,10
<b>Для трех-четыреокрасочной печати</b>			
	пурпурная	1715-231	2,61
	голубая	1715-331	4,35
	желтая	1715-531	3,28
<b>Для офсетной печати</b>			
Для рулонных машин с сушильным устройством, работающих со скоростью 25 тыс. об/ч	черная	2413-01	2,77
	черная	2413-02	3,03
	цветные:		
	красная	2413-26	3,01
	желтая	2413-50	3,16
	черная	2513-02	3,00
Для листовых машин, работающих со скоростью до 7 тыс. об/ч	цветные:		
	оранжевая	2513-11	2,32
	красная	2513-22	6,81
	синяя	2513-31	2,76
	желтая	2513-51	3,51
	фиолетовая	2513-71	5,91

Назначение краски	Цвет краски	Номер краски	Стоимость 1 кг. руб.	
<b>Для трех-четырёхкрасочной печати</b>				
<b>Картографические цветные:</b>	пурпурная	2513-231	2,40	
	голубая	2513-331	4,24	
	желтая	2513-531	3,22	
	красная	2558-20	3,02	
	красная	2558-22	5,38	
	голубая	2558-30	3,21	
<b>Пастельные цветные</b>	синяя	2558-34	5,99	
	коричневая	2558-62	2,72	
		2535	от 2,33	
			до 3,82	
<b>Для глубокой печати</b>				
Для машин глубокой печати (то- луольные краски)	черная	3314-02	1,35	
	черная	3314-03	1,11	
	цветные:			
	оранжевая	3314-11	1,92	
	красная	3314-26	1,61	
	синяя	3314-35	1,26	
	зеленая	3313-40	2,86	
	Для трех-четырёхкрасочной печати			
	желтая	3314-531	1,36	
	пурпурная	3314-231	1,42	
голубая	3314-331	1,99		
<b>Для специальных видов печати и особого назначения</b>				
Флексографские для печати по по- лиэтилену	зеленая	ФУШЛ-461	2,88	
	синяя	ФУШЛ-351	2,79	
	красная	ФУШЛ-251	2,22	
Трафаретные для печати на невпи- тывающих материалах	синяя	ТНПФ-355	1,69	
	красная	ТНПФ-251	1,71	
	желтая	ТНПФ-552	1,49	
Переплетные	черная	8000-01	1,99	
	синяя	8000-34	3,92	
	зеленая	8000-43	3,72	
	белая	8000-84	1,66	
Для глубокой печати на бумаге— Люксопринт	красная	ГБХВ-261	1,64	
	зеленая	ГБХВ-451	2,10	
	желтая	ГБХВ-551	1,65	

При использовании краски с большей или меньшей плотностью, с большей или меньшей интенсивностью и при изменении толщины красочного слоя расход краски будет значительно колебаться.

Только при увеличении с 2 до 2,5 мкм толщины красочного слоя расход краски в нашем примере (при прочих равных условиях) возрастает примерно на 2,0 кг на каждые 1000 оттисков.

Некоторые нормы расходования краски для печатания текста, иллюстраций, фоновых работ форматом 60X90 см приведены в табл. 24.

Таблица 24

Нормы расходования печатной краски на 1000 оттисков  
(в один прогон) формата 60×90 см\*

Назначение краски	Вид печатной продукции	Цвет краски	Расход краски, г
<b>Высокая печать</b>			
Книжно-журнальная ролевая ротационная машина	Текст	черная	65
Листовая ротационная машина	»	«	76
То же	иллюстрации	«	158
Плоскопечатная машина	текст	«	99
» »	иллюстрации	«	180
» »	грех- и четырехкрасочная продукция	цветные	260
» »	фонозная печать	«	4000
Газетная рулонная ротация	4-полосные газеты формата А-2	черная	297
Плоскопечатная машина	2-полосные газеты формата А-3	«	145
Тигельная машина	текст	черная	29
» »	иллюстрации	«	82
» »	грех- и четырехкрасочная продукция	цветные	120
» »	фонозная печать	«	900
<b>Офсетная печать</b>			
Офсетная машина	текст	черная	85
» »	иллюстрации	«	105
» »	растровая печать с фоном	цветная	540
» »	фонозная печать	«	1080
<b>Глубокая печать</b>			
Машина глубокой печати	текст и иллюстрации	черная и цветная	675

\* Все показатели расходования материала приводятся на основе «Норм расходования материалов на полиграфических предприятиях», М., «Книга», 1966.

### III. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Современное развитие химической промышленности характеризуется бурным ростом выпуска полимерных материалов, которые находят широкое применение во всех областях народного хозяйства.

С каждым годом все шире применяются высокомолекулярные соединения и пластические массы в полиграфии. К высокомолекулярным соединениям относятся многие полиграфические материалы. Это целлюлоза — основной компонент бумаги, полимерные пленки — материал для печати, изготовления суперобложек и отделки продукции, каучук и резина для красочных валиков и офсетных пластин. Полимерные материалы используют в качестве основы светочувствительных слоев, для изготовления клеящих веществ, связующих печатных красок и др.

Применение синтетических полимеров и пластических масс в формных, печатных и отделочных процессах повышает качество готовой продукции, увеличивает ее долговечность и сокращает продолжительность производственного цикла.

#### Глава 15.

#### Строение и свойства высокомолекулярных соединений

##### 15.1. Общая характеристика высокомолекулярных соединений

Высокомолекулярными соединениями принято называть вещества с молекулярной массой, превышающей несколько тысяч. Молекулы высокомолекулярных соединений достигают больших размеров, так как состоят из многократно повторяющихся звеньев (мономеров) и поэтому высокомолекулярные вещества часто называют высокополимерами или просто полимерами.

Если обозначить элементарное звено макромолекулы буквой М, структура полимера в простейшем случае будет иметь вид длинной цепочки, состоящей из соединенных между собой звеньев — мономеров:



Схематически макромолекула полимера может быть представлена формулой  $(-M-)_n$ . Индекс  $n$  обозначает число элементарных звеньев, входящих в состав макромолекулы, характеризует **степень** полимеризации высокомолекулярных соединений и называется коэффициентом полимеризации. Степень полимеризации у

высокомолекулярных соединений достигает тысячи и нескольких тысяч.

Высокомолекулярные вещества не являются химически индивидуальными веществами, а представляют собой смесь различных по молекулярной массе макромолекул — полимергомологов. Поэтому и степень полимеризации, и молекулярная масса полимеров характеризуются усредненными показателями.

Размер макромолекул, обусловленный степенью полимеризации, оказывает большое влияние на свойства полимеров. Как правило, с увеличением молекулярной массы повышаются прочность, температура плавления, уменьшается растворимость.

Существует группа веществ, которые занимают промежуточное положение между низкомолекулярными веществами и полимерами — это так называемые олигомеры. Олигомеры, имея невысокую степень полимеризации (меньше **100**), обладают лучшей растворимостью, по сравнению с полимерами. Это их свойство широко используется при изготовлении связующих печатных красок и лаков для облагораживания печатной продукции.

Полимеры находят широкое применение в полиграфии благодаря их особым свойствам, важнейшими из которых являются:

1) термопластичность — способность приобретать текучесть при нагревании; это свойство широко используется при отливе шрифтов, прессовании стереотипов;

2) эластичность — способность к большим обратимым деформациям — используется при изготовлении из полимеров красочных валиков, эластичных печатных форм и др.;

3) волокнообразующая способность полимеров позволяет использовать их в виде волокон для изготовления бумаги, картона, нитей, тканей;

4) клейкость и пленкообразование — необходимы при изготовлении клеящих веществ, связующих для печатных красок.

В зависимости от происхождения полимеры бывают природными и синтетическими.

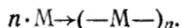
**Природные полимеры** — это высокомолекулярные вещества, входящие в состав растений, например целлюлоза, белки, натуральный каучук. Так как ассортимент природных полимеров ограничен, а их свойства не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям, то особенно широкое применение во всех отраслях промышленности находят **синтетические полимеры**, получаемые в результате синтеза из низкомолекулярных исходных веществ. Синтетические полимеры могут быть получены с заранее заданными свойствами. Многие синтетические полимеры и получаемые из них пластические массы превосходят по свойствам природные полимеры. Например, может быть получен синтетический каучук, отличающийся от натурального повышенной маслостойкостью, термостойкостью и большей механической прочностью. Синтетические волокна являются полноценными заменителями натурального шелка. Получены синтетические полимеры, по прочности не уступающие металлу, а по твердости приближающиеся к

алмазу. Можно получить синтетические полимеры, превосходящие по химической стойкости золото и платину, механические свойства которых сохраняются неизменными при охлаждении до  $-50^{\circ}\text{C}$  и при нагревании до  $+500^{\circ}\text{C}$ .

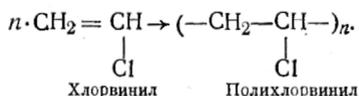
Применение синтетических полимеров в полиграфии позволяет улучшить качество и сократить сроки изготовления изделий, а во многих случаях снизить себестоимость продукции.

В полиграфии используют как природные полимеры (целлюлоза, натуральный каучук, шелк), так и синтетические. В настоящее время в связи с бурным развитием полиграфической промышленности более широкое применение находят синтетические полимеры. Их получают преимущественно двумя способами: полимеризацией и поликонденсацией.

Полимеризацией называется процесс соединения одинаковых молекул мономера в одну большую молекулу полимера без выделения каких-либо побочных продуктов реакции. В общем виде реакция полимеризации может быть изображена уравнением

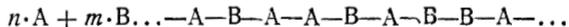


Исходными веществами для синтеза высокомолекулярных соединений служат низкомолекулярные вещества, представляющие собой непредельные соединения, содержащие двойные и тройные связи. Примером реакции полимеризации может служить синтез полимера из мономера хлорвинила

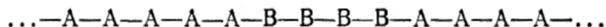


В процессе полимеризации двойные связи в молекуле непредельного соединения — мономера — разрываются, и за счет образующихся свободных валентных связей отдельные молекулы соединяются друг с другом. Полимеризация всегда сопровождается понижением ненасыщенности реагирующих веществ и увеличением молекулярной массы. Причем молекулярная масса получаемого полимера равна сумме молекулярных масс вступающих в реакцию мономеров.

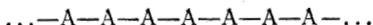
Возможен также синтез полимеров из разных по химическому составу мономеров. Процесс совместной полимеризации двух или большего числа различных мономеров называется сополимеризацией, а получаемые при сополимеризации высокомолекулярные соединения — сополимерами. Процесс сополимеризации двух различных мономеров в общем виде может быть представлен таким образом:



В макромолекуле сополимера элементарные звенья мономеров могут чередоваться не беспорядочно, а входить группами (блоками), например:



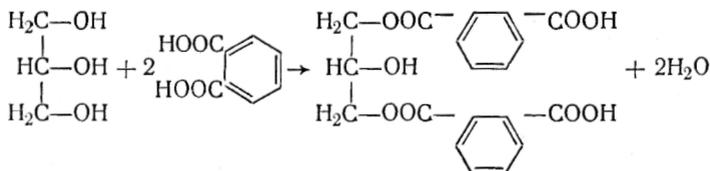
Такие сополимеры называются блоксополимерами. В процессе сополимеризации к линейной макромолекуле одного состава можно присоединить (привить) боковые цепи другого состава:



Такие разветвленные сополимеры называются привитыми сополимерами.

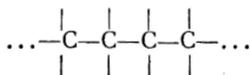
Поликонденсацией называется процесс образования высокомолекулярных соединений из разных исходных веществ, сопровождающийся выделением побочных продуктов реакции, например воды, аммиака, спирта и др. Состав полимера, полученного в процессе поликонденсации, не совпадает с составом исходных веществ, как при реакции полимеризации, а молекулярная масса полученного полимера всегда меньше суммы молекулярных масс исходных мономеров.

Например, полиэфир получают по следующей реакции:



В зависимости от состава атомов в главной цепи макромолекул полимеры делятся на карбоцепные и гетероцепные.

Класс карбоцепных полимеров объединяет высокомолекулярные соединения, основная цепь которых содержит только углеродные атомы



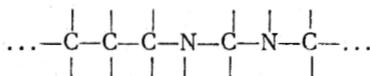
Атомы углерода основной цепи могут быть связаны с водородом или с какими-либо другими атомами или группами атомов.

К классу карбоцепных соединений относятся полиэтилен  $(-\text{CH}_2-)_n$ , поливинилхлорид  $(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$ , полипропилен

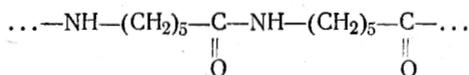
$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)$  и др.

К классу гетероцепных полимеров относятся высокомолекулярные соединения, в основной цепи макромолекулы которых, кроме атомов углерода, могут быть атомы кислорода, азота, серы и др.

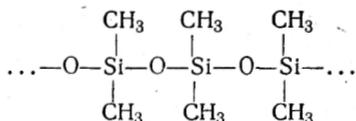
Основная цепь гетероцепных полимеров, содержащая, кроме углерода, азот, выглядит следующим образом:



Примером гетероцепных соединений, содержащих атомы азота, может служить поликапролактам, или капрон



В кремнийорганических соединениях кремний может чередоваться не только с углеродом, но и с атомами кислорода



### 15.2. Строение и свойства полимеров

По строению макромолекул полимеры подразделяются на **линейные**, разветвленные и пространственные — трехмерные (рис. 31).

Макромолекулы линейных полимеров нитевидны, длина их пропорциональна коэффициенту полимеризации, а поперечное сечение такое же, как и у молекулы мономера. К линейным полимерам относится большое число синтетических полимеров, например полиэтилен, получаемый из этилена (см. с. 155).

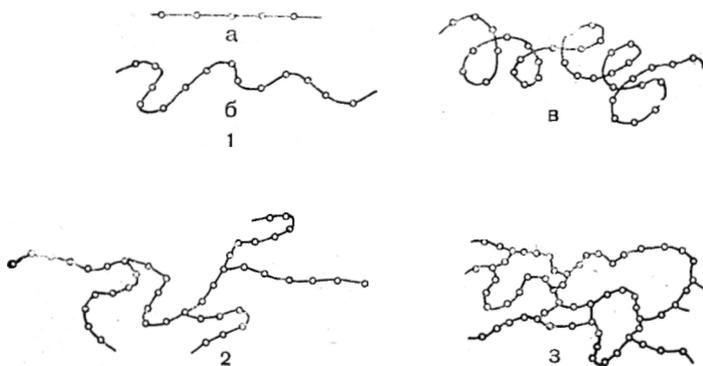
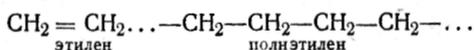


Рис. 31. Схема строения макромолекулы полимера:

1 — линейная структура (а, б — в виде прямой и изогнутой линии, в — в виде спирали), г — разветвленная структура. 3 — пространственная структура



Линейную структуру имеют природные полимеры: целлюлоза, каучук, отличающиеся большой прочностью и эластичностью. Большинство линейных полимеров с малой и средней молекулярной массой могут быть переведены в раствор и расплавлены при нагревании без разложения. Растворы линейных полимеров даже при небольших концентрациях (0,5—1,0%) имеют высокую вязкость. Исключение составляют полимеры с очень высокой молекулярной массой, которые не растворяются и не плавятся.

Макромолекулы разветвленного полимера представляют собой основные цепи с боковыми ответвлениями. Причем боковые ответвления значительно короче основной цепи. Прочность разветвленных полимеров и вязкость их растворов зависит от степени разветвленности.

Пространственные полимеры резко отличаются по свойствам от линейных и разветвленных полимеров. Они не могут быть переведены в раствор и расплавлены без их разложения.

Всем высокомолекулярным соединениям присущ ряд специфических свойств, выделяющих их в особую группу химических соединений. Для низкомолекулярных веществ значение молекулярной массы — это константа, характеризующая индивидуальность химического соединения. Высокомолекулярные же вещества, не являясь химически индивидуальными, представляют собой смесь веществ, близких по молекулярной массе и по свойствам. Поэтому для высокомолекулярных веществ вводится понятие «средняя молекулярная масса».

В отличие от низкомолекулярных соединений полимеры не летучи, у них отсутствует газообразное состояние. Для полимеров известны только два состояния: твердое и жидкообразное. Характерным свойством для многих полимеров является способность к набуханию с образованием высоковязких растворов.

При нагревании целый ряд высокомолекулярных соединений, имеющих сравнительно невысокую молекулярную массу (<50 тыс.), способен переходить в вязкотекучее состояние. Но так как в большинстве своем полимеры имеют аморфную, а не кристаллическую структуру, то при нагревании они не плавятся, а размягчаются в определенном интервале температур без фазового перехода.

Все синтетические полимеры в зависимости от способности изменять свои свойства при нагревании делятся на термопластичные, термореактивные и термостабильные.

**Термопластичными**, или **термопластами** называют полимеры, способные неограниченное число раз расплавляться при нагревании и затвердевать при охлаждении без изменения свойств. К термопластичным полимерам относятся преимущественно полимеры линейного строения, такие как полистирол, полиэтилен и др.

**Термореактивными**, или **термореактами**, называют полимеры, которые при нагревании сначала размягчаются, а за-

тем необратимо затвердевают. Термореактивные полимеры содержат реакционноспособные группы, которые при нагревании вступают в химические реакции с образованием новых соединений. К термореактивным относятся фенолоформальдегидные, меламиноформальдегидные и другие полимеры пространственного строения.

Термостабильные полимеры не изменяют своего состояния под воздействием температуры (до температуры разложения).

В полиграфическом производстве используются как термопластические, так и термореактивные полимеры и пластмассы, полученные на их основе.

## Глава 16.

### Пластические массы

#### 16.1. Состав и свойства пластических масс

Пластические массы (пластмассы) — это в подавляющем большинстве твердые материалы, представляющие собой многокомпонентные системы на основе высокомолекулярных соединений и обладающие термопластичностью. Благодаря этому пластмассы при нагреве и давлении легко перерабатываются в изделия, которые после затвердевания сохраняют при эксплуатации приданную им форму.

Затвердевание пластмассы может происходить или при охлаждении, если в ее состав входит термопластичный полимер, или в результате химических реакций при более или менее продолжительном нагревании, если пластмасса получена на основе термореактивного полимера. Таким образом, пластические массы, так же как и высокомолекулярные соединения, могут быть термопластичными и термореактивными.

Термопластичные пластмассы при нагревании размягчаются, а при охлаждении вновь приобретают первоначальное твердое состояние. Этот процесс может повторяться многократно, поэтому термопластические пластмассы называют обратимыми.

Термореактивные пластмассы под влиянием тепла переходят в твердое, неплавкое состояние. Этот процесс называют отверждением пластмассы.

Пластические массы представляют собой многокомпонентные композиции. Основным компонентом в них является высокомолекулярное соединение (полимер), выполняющее функцию связующего. В зависимости от назначения в пластмассах могут содержаться наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, красящие вещества, катализаторы, мягчители.

1. Связующее — это высокомолекулярное соединение, которое определяет многие важнейшие свойства пластической массы: механические, физические, химические. Органические высокомоле-

кулярные соединения, входящие в состав пластических масс, придают им ценные свойства: легкость, прочность, эластичность, химическую инертность и др.

Свойства пластмасс можно изменять в широких пределах введением различных добавок. Существенное влияние на свойства пластмассы оказывает наполнитель.

2. Наполнители — это минеральные или органические вещества в виде порошков, волокон или слоистых материалов. Наполнители повышают механическую прочность и термостойкость пластмасс, изменяют их фрикционные и диэлектрические свойства, уменьшают усадку при формовании, снижают стоимость пластмасс. Наполнители должны быть химически инертны. В качестве наполнителей могут быть использованы порошкообразные вещества (древесная мука, измельченная целлюлоза, мрамор, сульфат бария, графит, металлические порошки и др.). Введение древесной муки и измельченной целлюлозы повышает механическую прочность пластмассы; мрамор, сульфат бария повышают плотность пластмассы и придают ей тепло- и кислотостойкость; графит придает антифрикционные свойства (понижает коэффициент трения) и сообщает теплопроводность. Металлические порошки вводят для придания пластмассе электропроводности.

Волокнистые наполнители (хлопковые очесы, стеклянное, асбестовое волокно) вводят главным образом для повышения механической прочности. Асбестовые волокна, кроме того, придают пластмассе теплостойкость и фрикционные свойства.

Слоистые наполнители: бумага, хлопчатобумажная ткань, листовый асбест, стеклоткань, древесина — придают пластмассам прочность и износоустойчивость.

От вида связующего и наполнителя зависит название пластмассы. Например, название пластических масс с порошкообразным наполнителем состоит из названия связующего и окончания «пласт» (винипласт, аминопласт, акрилопласт). Если в качестве наполнителя применяют волокнистый материал, то в название пластической массы входит название наполнителя и слово «волокнит», например стекловолокнит, т. е. наполнителем служит стекловолокно.

Слоистые наполнители обычно пропитывают растворами высокополимеров и спрессовывают в несколько листов. Полученный слоистый пластик называется текстолитом, если наполнитель — ткань, и бумолитом, если наполнитель — бумага. Если в качестве наполнителя применяют стеклоткань, пластик называют стеклотекстолитом.

3. Пластификаторы придают пластической массе гибкость, уменьшают хрупкость, а в разогретом состоянии увеличивают текучесть пластмассы. В качестве пластификаторов применяют дибутилфталат, трикрезилфосфат, камфору и некоторые другие вещества.

4. Мягчители: стеарин, парафин, трансформаторное масло — предотвращают прилипание к форме.

5. Красящие вещества: пигменты и красители — служат для окраски пластмассы в желаемый цвет. Красящие вещества должны быть достаточно термостойкими, чтобы не разрушаться при повышенной температуре в процессе формирования изделия.

6. Катализаторы — вещества, повышающие скорость затвердевания термореактивных пластмасс. Катализаторами служат кислоты, щелочи, соли, перекиси.

7. Стабилизаторы. Некоторые пластмассы склонны к старению, вследствие чего со временем ухудшаются их физико-химические и механические свойства. Стабилизаторы, например уротропин, замедляют процесс старения пластмасс.

Для изготовления различных изделий пластмассы выпускают в виде пленок толщиной менее 0,5 мм, в виде листов толщиной от 0,5 до 2,0 мм, пластин от 2 до 8 мм, плит толщиной более 8 мм, прутков, пресс-порошков с размерами частиц менее 2 мм и гранул размером более 2 мм.

Если продувать через расплавленную массу азот или воздух, то пластмасса получается пористой. Пористые, очень легкие пластмассы плотностью от 30 до 300 кг/м<sup>3</sup> называются пенопластами, а плотностью 300—600 кг/м<sup>3</sup> — поропластами.

Как правило, пластмассы — многокомпонентные системы, но есть пластмассы, состоящие только из одного высокомолекулярного соединения. В этом случае понятия «пластическая масса» и «высокомолекулярное соединение» совпадают (например, полиэтиленовая, полистирольная, полиамидная пластмассы).

Пластмассы широко применяются в формных, печатных и брошюровочно-переплетных процессах, как материалы, обладающие ценными физико-химическими и механическими свойствами, из которых наиболее важными для полиграфии являются:

1) термопластичность; это свойство позволяет перерабатывать пластмассы простыми методами: прессованием, литьем под давлением, что облегчает изготовление различных изделий;

2) высокая механическая прочность; например, предел прочности фенолоформальдегидных резольных пластмасс со слоистым наполнителем достигает при сжатии  $3 \cdot 10^6$  гПа, при сопротивлении изгибу  $2,8 \cdot 10^6$  гПа, что обуславливает высокую тиражестойкость печатных форм;

3) эластичность — это свойство используется при изготовлении раскатных и накатных красочных валиков печатных машин и нижнего слоя пластмассовых стереотипов;

4) небольшая плотность — пластмасса в пять раз легче цинка, в семь-восемь раз — гарта (свинцово-оловянистый сплав) и в два раза — алюминия;

5) высокая стойкость почти всех пластмасс к воде и химическим реактивам; это свойство позволяет применять их в качестве печатных форм и красочных валиков, которые соприкасаются с самыми различными растворителями, входящими в состав печатных красок и применяющихся в качестве смывающих веществ;

6) хорошие оптические свойства и способность образовывать пленки, что позволяет широко применять пластмассы в фототехнике;

7) светочувствительность пластмасс в определенных условиях используется при изготовлении печатных форм.

## Глава 17.

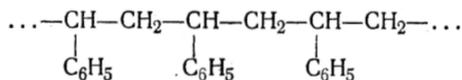
### Полимеры и пластмассы для печатных форм

Полимеры и пластмассы особенно широко применяются в формных процессах для изготовления наборных шрифтов, пробельного материала, матриц, стереотипов, оригинальных форм высокой и офсетной печати. Широкое использование пластмасс в формных процессах объясняется значительной механической прочностью, что обеспечивает высокую тиражестойкость печатных форм; небольшой плотностью ( $1050\text{—}1800\text{ кг/м}^3$ ), в результате чего печатные формы из пластмасс в семь-восемь раз легче гартовых и в два раза — алюминиевых, с уменьшением массы печатных форм уменьшаются динамические нагрузки на машину, повышается скорость печатания, сокращаются оборотные средства; кроме того, облегчается транспортировка форм и улучшаются условия труда рабочих; высокой стойкостью к различным химическим реагентам, поэтому на печатные формы из пластмасс не воздействуют печатные краски и смывающие вещества; способностью ряда полимеров и полученных на их основе пластмасс задубиваться под действием света, что позволяет использовать их при изготовлении печатных форм фотокопированием.

Применение пластических масс в формных процессах дает большой экономический эффект, так как вытесняет из обращения дефицитные, дорогие металлы, значительно снижает стоимость печатных форм, уменьшает вредность производства.

#### 17.1. Типографские шрифты и пробельный материал

Шрифты и пробельный материал отливают из пластмассы на основе полистирола. Это продукт полимеризации стирола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2$ . Макромолекула полистирола имеет линейное строение



Практическое значение имеют продукты с молекулярной массой  $50\,000\text{—}100\,000$ .

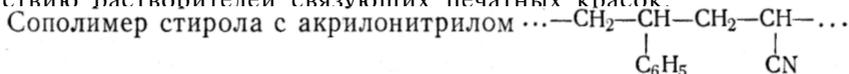
Полистирол представляет собой бесцветную, прозрачную массу с аморфной структурой. Он очень легкий (плотность  $1050\text{—}1070\text{ кг/м}^3$ ), обладает высокой водостойкостью и устойчив к действию химических реагентов (за исключением азотной кислоты).

При многократном использовании практически не дает усадки, не деформируется. При нагревании выше  $80^{\circ}\text{C}$  полистирол переходит в эластическое состояние, а при  $t$  выше  $220\text{--}250^{\circ}\text{C}$  разрушается.

Из полистирола отливают пробельный материал. Для изготовления же шрифтов используют более прочную пластмассу на основе сополимера стирола ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ ) и акрилонитрила ( $\text{CH}_2=\text{CH}$ ).



вышает механическую прочность пластмассы и устойчивость к действию растворителей связующих печатных красок.



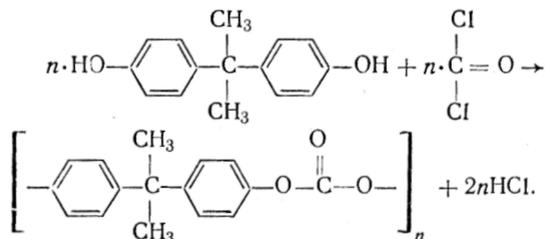
выпускается в виде гранул, из которых на шрифтолитейном заводе отливают шрифты многих начертаний, различных кеглей и пробельный материал (башки, реглеты, квадраты и др.).

В состав пластмассы, кроме полимера, входит наполнитель — двуокись титана (0,5%) и стеарат кальция (~5%), улучшающие литьевые свойства пластмассы. Эти пластмассы в промышленности обозначают маркой АТ.

Шрифты и пробельный материал из пластмассы АТ имеют ряд существенных преимуществ, по сравнению с гартовыми: 1) тиражестойкость пластмассового шрифта выше в четыре—шесть, а износостойкость при холодном матрицировании — в шесть—десять раз; 2) четкость очка шрифта и качество пробельного материала выше; 3) пластмассовый шрифт хорошо воспринимает краску, устойчив к действию смывающих веществ, безвреден, в восемь раз легче. Стоимость пластмассового шрифта на 40% ниже стоимости гартового.

К недостаткам пластмассы на основе сополимера стирола с акрилонитрилом можно отнести ее низкую теплопроводность и низкую теплостойкость ( $t$  размягчения  $111^{\circ}\text{C}$ ). Вследствие низкой теплостойкости шрифт из пластмассы АТ не выдерживает горячего матрицирования.

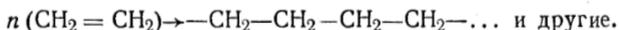
Перспективным материалом для шрифтов является термопластическая пластмасса на основе поликарбоната — полиэфира угольной кислоты и двухатомного фенола



Поликарбонаты отличаются высокой термостойкостью ( $180^{\circ}\text{C}$ ), поэтому допускают горячее матрицирование. Шрифты из поли-

карбоната обладают механической прочностью, гарантирующей высокую тиражестойкость форм. Хорошие литьевые свойства обеспечивают четкое очко шрифта.

Высокая прочность, малая плотность и химическая инертность пластических масс делают их весьма ценным материалом для изготовления подставок под печатные формы (взамен гартовых). Для этой цели используют пластмассу АТ, полистирол, полиэтилен



Весьма перспективен полиэтилен низкого давления, который может вытеснить другие материалы, так как он доступен, дешев, обладает хорошими эксплуатационными свойствами: высокой стойкостью к действию химических реактивов, малой плотностью (930—960 кг/м<sup>3</sup>). Температура размягчения полиэтилена 107—135°С. Полиэтилен — термопластичный полимер. Подставки из полиэтилена получают прессованием гранул в формах, предварительно разогретых до 60°С. Полиэтиленовые подставки обладают достаточно высокой прочностью.

## 17.2. Полимеры для изготовления матриц

Свойства материала, который используется при изготовлении матриц, оказывают непосредственное влияние не только на качество матриц, но и на качество получаемых с них стереотипов. Так как прессование матриц и отливка или прессование с них стереотипов производится при высоких температуре и давлении, то матричный материал должен удовлетворять следующим требованиям:

- 1) иметь равномерную толщину и очень ровную поверхность;
- 2) легко деформироваться под давлением и вместе с тем быть прочным, чтобы выдерживать без разрушения давление  $\sim$  до 10<sup>5</sup> гПа;
- 3) иметь высокую термостойкость (для горячего матрицирования).

При отливке гартовых стереотипов используют матрицы из картона, основой которого служит природный полимер — целлюлоза.

Матричный картон состоит из 30% волокон хлопка, 50% хвойной сульфитной и 20% соломенной целлюлозы. В него вводят 18% наполнителя (каолин, тальк), который придает картону пластичность. На лицевую сторону матричного картона наносят тонкий покровный слой, состоящий из 60% каолина и 40% талька в казеиновом клее, что придает картону термостойкость и гладкость.

Выпускают матричный картой двух марок: КМ-1 и КМ-3. Картон КМ-1 толщиной 0,9 мм применяется при изготовлении матриц холодным прессованием для газетных стереотипов и называется газетным. Он достаточно прочный, пластичный и термостойкий (с одной матрицы получают до 20 отливок), но требует высокого давления при матрицировании, что приводит к быстрому износу

формы, и, кроме того, на нем плохо воспроизводятся мелкие детали формы.

Картон марки КМ-3 толщиной 0,5 мм используют для изготовления матриц способом горячего прессования для отливки с них книжно-журнальных стереотипов. С матриц из картона КМ-3 получают не более пяти стереотипов, так как картон тонкий, но с очком лучшего качества и при меньшем давлении. Однако разрешающая способность  $R$  даже тонкого матричного картона недостаточно высока.

Для повышения  $R$ , что дает возможность получать точные матрицы с высоколинейтурных клише, ВНИИ полиграфии разработал состав иллюстрационного матричного картона с новым покровным слоем из мела, желатины и алюминиевой пудры. Желатина в сочетании с мелом придает картону необходимую пластичность, а добавка алюминиевой пудры повышает его термостойкость.

В последние годы широко применяют пластмассовые стереотипы, которые получают прессованием с матриц из специально разработанного материала — фенопласта. Фенопласт — это пластическая масса, основой которой служит пористый фильтрованный картон (слоистый наполнитель), пропитанный спиртовым раствором терморективного фенолоформальдегидного полимера, называемого бакелитовым лаком.

Для пропитки фильтрованного картона применяют фенолоформальдегидный полимер, полученный при поликонденсации фенола  $C_6H_5OH$  с избытком формальдегида  $CH_2O$  в присутствии основного (щелочного) катализатора. Реакция поликонденсации проводится до первой стадии отверждения с получением так называемых резолов.

Резолы представляют собой твердую хрупкую прозрачную массу. Полимер хорошо растворяется в спирте. Температура размягчения резола  $60—90^\circ C$ .

При изготовлении матричного материала используется способность этого полимера при нагревании возобновлять приостановленный ранее процесс поликонденсации. По мере возрастания степени конденсации полимер приобретает пространственную структуру и теряет способность растворяться и плавиться. Нерастворимые и неплавкие фенолоформальдегидные твердые полимеры — продукты конечной стадии поликонденсации — называются резитами. Резиты термостабильны, сохраняют твердость и прочность при нагревании до  $180—200^\circ C$ .

Итак, сначала фильтровальный картон пропитывают раствором фенолоформальдегидной смолы (бакелитовый лак). Сушат при комнатной температуре, чтобы преждевременно не вызвать процесс поликонденсации и отверждение полимера, т. е. переход резола в резит. Затем для повышения гладкости поверхности на одну сторону пропитанного картона наносят покровный слой, в состав которого, кроме бакелитового лака, входят графит, пресс-пошок и олеиновая кислота.

Прессуют матрицу при  $t$  125—130°С в течение 20 мин. В этих условиях термореактивный полимер вначале размягчается, становится текучим и легко поддается прессованию. Во время выдержки полимера при высокой температуре происходит его затвердевание, т. е. переход в неплавкое и нерастворимое состояние. Полученная матрица имеет высокую прочность.

Матричный материал на основе фильтровального картона и бакелитового лака — слоистый пластмассовый материал, в котором картон служит наполнителем, а фенолформальдегидный раствор — связующим. Будучи термореактивным, этот материал используют для получения матриц горячим прессованием как с текстовых, так и с иллюстрационных форм.

Матрицы для изготовления гальваностереотипов делают из поливинилхлорида (винипласт) — термопластичной пластмассовой пленки толщиной 0,6—0,8 мм.

Для получения матриц с текстовых печатных форм используют пленку из пластифицированного поливинилхлорида (пластификатором служит диоктилфталат). Эта пленка выпускается под названием «винипласт полиграфический». Температура прессования матриц — 120°С.

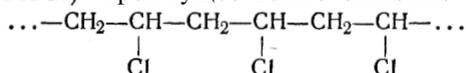
Для снятия матриц с цинковых клише применяют винипластовую пленку без пластификатора. Прессование проводится при  $t$  160°С. Матрицы из непластифицированной пластмассы обладают повышенной прочностью. Так как винипластовые матрицы применяются для изготовления гальваностереотипов, то перед матрицированием на поверхность матрицы наносят порошок графита для придания ей электропроводности.

### 17.3. Пластмассовые стереотипы

При выборе пластмассы для стереотипов к ней предъявляют следующие требования: достаточная прочность, твердость, гибкость, высокая термо- и износостойкость, незначительная усадка при охлаждении, хорошая восприимчивость краски, инертность по отношению к связующим красок и смывочным веществам.

При изготовлении пластмассовых стереотипов (текстовые и иллюстрационные) для печатания на плоскочечатных и ротационных машинах однокрасочной и многокрасочной продукции применяют термопластические массы на основе поливинилхлорида или полиамидные пластмассы. Стереотипы из пластмасс готовят методом прессования с фенопластовых матриц.

Пластмассовые стереотипы из поливинилхлорида. Поливинилхлорид — продукт полимеризации хлористого винила ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) преимущественно линейного строения



Он представляет собой аморфный порошок плотностью 1360—1460 кг/м<sup>3</sup>, устойчив к действию печатных красок и смывочных ве-

ществ, но имеет сравнительно низкую теплостойкость. Температура размягчения полимера — 80° С, а  $t$  разложения — 170° С. Поливинилхлорид — термопластичный полимер. Он широко используется для изготовления пластических масс — винипласта и пластика.

Винипластом называют листовой материал, получаемый сплавлением порошкообразного поливинилхлорида с последующей прокаткой его между разогретыми валками. Выпускается винипласт в виде пленки толщиной 0,3—1,0 мм.

Пластикат — пластифицированный поливинилхлорид с содержанием пластификатора до 40%. Пластикат выпускают в виде листов толщиной 2,5—3,0 мм.

Пластмассовые стереотипы на основе поливинилхлорида изготовляют двухслойными. Верхний слой толщиной 0,4—0,8 мм представляет собой жесткую винипластовую пленку, а нижний слой — мягкий пластикат. Верхний слой придает печатающим элементам необходимую твердость, а мягкий нижний — эластичность, что позволяет печатать при меньшем давлении и облегчает изгибание стереотипа при укреплении его на формном цилиндре.

По сравнению со стереотипами из типографского сплава, пластмассовые стереотипы имеют ряд преимуществ:

1) шрифт воспроизводится точно, без искажений, так как матрицы прессуются при небольшом давлении, не вызывающем деформации наборной формы;

2) пластмассовые стереотипы лучше воспроизводят мелкие печатающие элементы;

3) они имеют незначительные отклонения по толщине, что способствует сокращению времени на приправку и повышению качества печати;

4) тиражестойкость стереотипов из пластмассы значительно выше металлических — до 250—300 тыс. отт. при печатании текста и штриховых иллюстраций. Тиражестойкость стереотипов с растровых клише достигает 100 тыс. отт.;

5) пластмасса на основе поливинилхлорида — доступный и дешевый материал (стоимость 1 кг винипласта — 1 р. 10 к., 1 кг пластика — 86 коп.

Однако материал этих стереотипов не может быть переработан повторно, так как стереотипы состоят из двух слоев, трудно отделимых друг от друга.

При изготовлении стереотипов для плоскочечатных машин используют однослойный винипласт, который можно многократно перерабатывать.

• Стереотипы из пластмассы на основе полиамида. Полиамиды отличаются наибольшей прочностью на истирание и обладают высокой текучестью при повышенной температуре. Полиамиды относятся к азотсодержащим гетероцепным полимерам, содержащим амидные группы — $\text{HN}-\text{C}-$ .



Для изготовления стереотипов используют пластифицированный полиамид марки П-54, выпускаемый в виде гранул. Полиамид марки П-54 синтезируется из гексаметилендиамина  $H_2N(CH_2)_6NH_2$ ,

ε — капролактама  $(CH_2)_5$   $\begin{array}{l} \text{CO} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH} \end{array}$  и адипиновой кислоты  $HOOC(CH_2)_8COOH$ .

Это прочный, гибкий, термостойкий материал ( $t$  размягчения —  $168—175^\circ$ ) с высокой разрешающей способностью. Стереотипы получают методом прессования при  $t$   $190—195^\circ C$ .

Полиамидные стереотипы имеют очень четкое очко при линиатуре раstra до 48 лин/см, их тиражестойкость составляет более 500 000 экз., т. е. в несколько раз превосходит тиражестойкость поливинилхлоридных стереотипов, они хорошо воспринимают и передают краску. Пластмасса на основе полиамида термопластична, ее можно многократно перерабатывать. Поэтому, несмотря на то, что полиамид в два раза дороже поливинилхлорида (стоимость 1 кг полиамида — 2 руб.), применение его экономически более выгодно.

Внедрение пластмассовых стереотипов позволило увеличить производительность труда благодаря их большей, по сравнению с гартовыми, тиражестойкости, сократить производственный цикл изданий за счет сокращения простоев машин под приправкой и значительно улучшить условия труда.

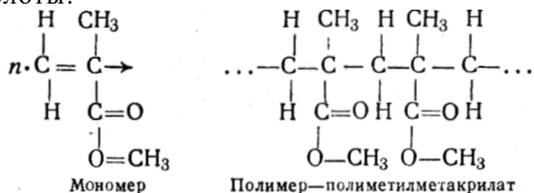
Применение вместо гальваностереотипов пластмассовых особенно эффективно на ролонных ротационных машинах. По данным ВНИИ полиграфии изготовление пластмассовых стереотипов обходится почти вдвое дешевле, чем изготовление гальваностереотипов.

Гальвано-пластмассовые стереотипы представляют собой гальваноотложение, залитое с оборотной стороны пластмассой.

Для подливки гальваностереотипов вместо гарта используют поливинилхлоридный пластикат и пластифицированную полиамидную пластмассу. Для лучшего сцепления пластмассы с гальваноотложением применяют специальные клеи: полиамидную пластмассу приклеивают полиамидным клеем ПФЭ 2/10, поливинилхлоридный пластикат перхлорвиниловым клеем.

В Украинском полиграфическом институте им. Ив. Федорова для заливки гальваноотложения применяют пластмассу на основе термопластичного полимера — полнметилметакрилата.

Полиметилметакрилат (техническое название — плексиглас) получают в результате полимеризации метилового эфира и метакриловой кислоты:



Полиметилметакрилат представляет собой аморфное вещество, выпускается в виде порошка плотностью 1180—1190 кг/м<sup>3</sup>, он бесцветен, прозрачен, свето- и водостоек, устойчив к действию кислот и слабых щелочей. Температура размягчения — 98—100° С.

Пластическая масса на основе полиметилметакрилата, используемая для изготовления основания гальваностереотипов, содержит, кроме полимера, наполнитель — древесные опилки, которые повышают ее прочность. Наполнитель снижает стоимость пластмассы.

Гальваностереотипы, подлитые пластмассой, не имеют больших отклонений в толщине по их площади, в результате упрощается процесс приправки. Кроме того, в восемь—десять раз снижается масса стереотипа, что улучшает условия работы на ротационных печатных машинах.

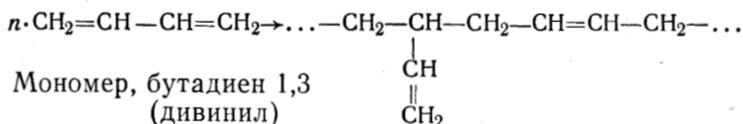
Замена металла пластмассой дает значительный технико-экономический эффект, который обуславливается не только использованием менее дефицитных и дешевых материалов, но и снижением себестоимости гальваностереотипов, повышением производительности труда и сокращением времени простоев печатной машины под приправкой.

**Резиновые стереотипы и формы.** Резина — это упругоэластичный материал, основой которого служит каучук (натуральный или синтетический). Резину получают вулканизацией каучука, т. е. в результате химического взаимодействия каучука с серой при нагревании.

Сам каучук имеет недостаточную механическую прочность, не термостоек, набухает в маслах, бензине. С целью устранения этих недостатков его вулканизируют.

В состав резины, кроме каучука и серы, вводят ускорители процесса вулканизации, наполнители для повышения прочности, мягчители, пигменты для окраски резины, антистарители и т. д.

Резиновые стереотипы состоят из двух слоев. Нижним, нерабочим слоем служит мягкая резина из бутадиенового каучука **СКБ**, который получают полимеризацией бутадиена (дивинила):



Полимер (каучук СКБ)

Твердую, механически прочную, маслостойкую резину для верхнего рабочего слоя получают из бутадиен-нитрильного каучука СКН-30 и СКН-40.

Бутадиен-нитрильный каучук — продукт совместной полимеризации бутадиена с акрилонитрилом. Цифры 30 и 40 указывают на процентное содержание в каучуке акрилонитрила.

Резиновые стереотипы получают методом прессования при 150° С. До вулканизации резиновая масса обладает высокой те-

кучество, это облегчает прессование. После вулканизации резина приобретает необходимые прочностные свойства. С резиновых стереотипов получают хорошо пропечатанные оттиски на шероховатой бумаге, металлической фольге, целлофане, пергаменте, полиэтилене и др. Форма почти не требует приправки, однако при печатании наблюдается некоторое искажение графических элементов из-за деформации резины, в связи с чем резиновые стереотипы применяют для печатания упаковочной и бланочной продукции.

Из резины на основе бутадиен-нитрильного каучука делают формы для флексографской печати и верхний слой офсетных пластин.

#### 17.4. Полимеры и пластмассы для клише

Для изготовления штриховых и растровых клише на электронно-гравировальных автоматах (ЭГА) применяется пластмасса на основе поливинилхлорида в виде непластифицированного однослойного винипласта. Сам по себе автоматизированный способ изготовления клише на ЭГА имеет большие преимущества перед многооперационным фотомеханическим процессом, а применение в качестве формного материала пластмассы вместо металла обеспечивает не только высокое качество форм (форма хорошо воспринимает краску, устойчива к действию смывающих веществ, имеет тиражестойкость  $\sim 500$  тыс. экз), но и приводит к значительному снижению себестоимости форм.

Большим достижением последних лет в области формных процессов является создание УНИИППом и УПИ им. Ив. Федорова печатных форм с использованием фотополимеризующихся материалов. Фотополимеры представляют собой неперелые соединения линейного строения (твердые полимеры или жидкие олигомеры), молекулы которых под действием света в присутствии инициаторов приобретают пространственную структуру вследствие происходящего процесса полимеризации; соединение при этом теряет способность растворяться. В отличие от обычной полимеризации этот процесс называется фотополимеризацией. Фотополимеры, получаемые из твердых фотополимеризующихся композиций, называют твердыми фотополимеризующимися материалами (ТФМ), а из жидких — жидкими фотополимеризующимися материалами (ЖФМ). Первые выпускаются централизованно и поставляются в типографии в виде материала, состоящего из подложки с нанесенным слоем из фотополимеризующейся композиции. Вторые поставляются в виде жидкой фотополимеризующейся композиции, которая заливается в специальные прозрачные устройства и совмещается с негативом перед экспонированием. Формы из ТФМ обладают более высокой тиражестойкостью, лучшими печатными свойствами, а формы из ЖФМ, как правило, более экономичны. Принцип изготовления форм из ТФМ и ЖФМ в основном одинаков.

Фотополимеры применяют в качестве копировальных слоев для форм офсетной и оригинальных гибких форм высокой печати. Принцип получения печатающих элементов аналогичен и в том, и в другом случае. При экспонировании через негатив под действием ультрафиолетовых лучей в слое фотополимера происходит фотополимеризация, и образуются нерастворимые гидрофобные участки. Эти участки и служат печатающими элементами, на которые впоследствии наносится краска. Под темными участками негатива слой не подвергается действию света и растворяется, образуя пробельные элементы формы.

Фотополимеризующиеся композиции для офсетных форм, разработанные УНИИППом, состоят из сополимера метилметакрилата, метакриловой кислоты и производных метакриловой кислоты.

Полиакрилатные соединения применяются для изготовления гибких печатных форм для печатания книжно-журнальной, газетной и этикеточно-упаковочной продукции.

Фотополимеризующиеся композиции для гибких форм высокой печати разработаны сотрудниками Украинского полиграфического института им. И. Федорова: это фотополимеры на основе полиамида-54.

Полиамидные фотополимеры используют для изготовления гибких печатных форм для листовых ротационных машин. Применение этих форм сокращает процесс приправки, их тиражестойкость превышает 500 тыс. отт.

Внедрение фотополимерных гибких форм в высокой печати весьма перспективно, так как уменьшает расход металла, кроме того, в результате повышения точности роста печатающих элементов формы сокращается время приправки, повышается производительность и улучшаются условия труда. Себестоимость фотополимерной гибкой формы значительно ниже себестоимости такой же формы, изготовленной эмульсионным травлением.

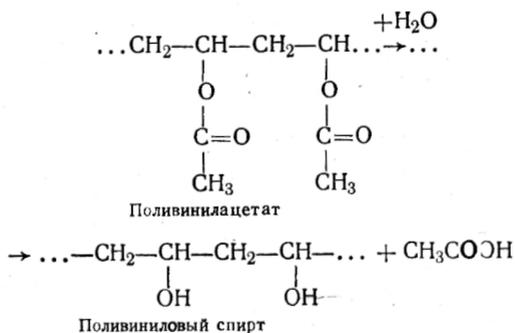
В качестве подложки для фотослоев используют триацетатные и полистирольные пленки.

Триацетатная пленка прозрачна, обладает достаточной механической прочностью, не огнеопасна (это ее большое достоинство), но она деформируется под действием тепла и влаги.

Полистирольная пленка прозрачна, негорюча, совершенно не деформируется при изменении  $t$  и влажности, отличается высокой стойкостью к действию различных агрессивных сред, но уступает триацетатной пленке в механических свойствах.

При монтаже негативов и диапозитивов используется винипроз (астролон) — термопластичный полимер. Выпускается в виде тонких недеформирующихся и отличающихся высокой прозрачностью листов.

В последнее время альбуминные, клеевые и смоляные копировальные слои заменяются синтетическими полимерами, например, в качестве основы светочувствительного слоя широко применяется поливиниловый спирт, получаемый из поливинилацетата в присутствии щелочи или кислоты:



Поливиниловый спирт имеет вид порошка белого цвета (плотность  $1300 \text{ кг/м}^3$ ), хорошо растворимого в воде. Под действием бихроматов, например двухромовокислого аммония  $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ , поливиниловый спирт приобретает светочувствительность, т. е. способность задубливаться под действием света. Это свойство поливинилового спирта и используется в копировальных процессах при изготовлении печатных форм. Весьма важна при этом стойкость поливинилового спирта к действию масла, бензина, керосина.

#### 17.5. Полимеры для матричного настила, декельного материала и офсетных резиноканевых пластин

При прессовании матриц применяется эластичная прокладка, которая называется настилом. До последнего времени в качестве настила использовали дорогой и дефицитный материал — шерстяное сукно (кирза). ВНИИ полиграфии рекомендован синтетический материал на основе полиуретана — полотно из полиуретанового поропласта. Полиуретаны получают в результате взаимодействия диизоцианатов с многоатомными спиртами.

Полиуретановые полимеры обладают высокой эластичностью, прочностью, термостойкостью, устойчивостью к действию органических растворителей.

Полотно из полиуретанового поропласта отличается высокой износостойкостью. После прессования более 5 тыс. матриц не обнаруживается никаких изменений полотна полиуретанового поропласта.

В Украинском НИИ полиграфической промышленности разработаны образцы новой офсетной пластины со слоем из полиуретана, получаемого в результате реакции диизоцианатов с полиэфирами. Эта пластина отличается хорошими печатными свойствами: имеет малое относительное удлинение, большую прочность, хорошее восприятие и более полную отдачу краски, по сравнению с традиционной пластиной, высокую стойкость к действию растворителей. Было установлено, что набухание полиуретана за 24 ч составляет в керосине 1,4%, в олифе 0,04%, а резины, соответственно, 20 и 2%.

В качестве декельного материала применяют текстовинит, представляющий собой листовой материал толщиной 0,7—1,5 мм, который получают путем нанесения на тканевую основу слоя пластифицированного поливинилхлорида. Текстовинит имеет гладкую поверхность и обладает хорошими упругоэластичными свойствами, что упрощает и сокращает процесс приправки и обеспечивает лучшее качество печати.

## IV. ПЕРЕПЛЕТНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Глава 18.

#### Переплетные материалы

К переплетным материалам относятся картон, форзацная и обложечная бумаги, ткани для крытья переплетных крышек, материалы для скрепления и упрочнения книжного блока (марля, нитки, проволока), клеящие вещества.

##### 18.1. Картон

В полиграфической промышленности картон применяется для изготовления переплетных крышек, футляров книг и др.

Картон отличается от бумаги большей толщиной (от 0,5 до 3,00 мм). Для его изготовления применяют главным образом древесную массу и макулатуру. Картон повышенной прочности делают из древесной целлюлозы и отходов сырья текстильной промышленности. К волокнистым полуфабрикатам в отдельных случаях добавляют наполнители, проклеивающие и красящие вещества. Процесс подготовки массы для отлива картона не отличается от процесса подготовки бумажной массы. Отлив картона производится на машинах типа бумагоделательных.

Выпускают переплетный картон четырех марок: А, Б, В и Г. Картон марок А, Б, Г предназначен для изготовления переплетных крышек, оклеиваемых снаружи бумагой или тканью, а марки В — для изготовления цельнокартонных переплетов.

Картон марки А имеет толщину от 1,25 до 3,0 мм, состоит он из 100%-ной бурой древесной массы или из смеси белой древесной и макулатурной массы. Наполнители, проклеивающие и окрашивающие вещества в картон не вводят. Отсутствие проклейки повышает способность картона воспринимать клей, большая толщина картона обеспечивает высокую прочность крышки и хорошее качество тиснения. В зависимости от объема книжного блока используют картон разной толщины: чем больше объем блока, тем он должен быть толще. Картон марки А выпускается каландрированным. Плотность картона  $750 \text{ кг/м}^3$ .

Картон марки Б имеет машинную гладкость, толщину 0,5—1,0 мм и состоит из трех слоев, прочно спрессованных между собой. В состав среднего слоя входит не более 35% бурой древесной массы, не менее 25% полуцеллюлозы и не менее 15% макулатуры. Покровные слои вырабатываются из 100%-ной сульфатной целлюлозы.

Картон марки В машинной гладкости выпускается толщиной 0,7 мм, состоит тоже из трех слоев, но так как он не оклеивается переплетной тканью, то должен иметь повышенную прочность. Поэтому в состав среднего слоя, кроме древесной массы и макула-

туры, вводят сульфитную и сульфатную целлюлозу, а покровные слои состоят из 100%-ной сульфитной и сульфатной целлюлозы и проклеены канифольным клеем. Стандартом предусматриваются высокие прочность картона на изгиб (не менее 25 двойных перегибов в поперечном направлении) и сопротивление расслаиванию (не менее  $1,5 \cdot 10^3$  гПа).

Для придания поверхности картона необходимой гладкости в покровные слои вводят до 8% наполнителя.

Картон марки Г имеет машинную гладкость, выпускается толщиной 1,25, 1,50 и 1,75 мм; он двухслойный, изготавливается путем склеивания двух полотен картона-основы.

Важным показателем для картона всех марок является влажность, которая должна быть  $8 \pm 2\%$ . Однако в типографию часто поступает картон с заниженной влажностью — 3—5%, что вызывает его коробление, скручивание в процессе изготовления переплетных крышек, а это приводит к снижению производительности труда, ухудшает качество продукции и вызывает значительные потери от брака.

Картон марок Б, В, Г имеет плотность 700 кг/м<sup>3</sup>.

Переплетный картон выпускается в листах размерами: 700×1000, 740×1050, 740×930, 750×1000, 790×1080, 800×1000, 840×1080 мм.

В целях экономного расходования картона очень важно производить рациональный его раскрой с минимальными отходами\*.

Прессшпан переплетный представляет собой проклеенный, лощеный, гибкий, прочный картон, толщиной 0,35—1,20 мм, изготовленный из волокон целлюлозы. Тонкий прессшпан может быть листовым и рулонным, он отличается большой плотностью (950 кг/м<sup>3</sup>), высокими прочностью на разрыв, сопротивлением к расслаиванию и на излом (не менее 250—300 двойных перегибов), а также высокой гладкостью поверхности. Применяется для изготовления цельнокартонных переплетных крышек. На прессшпане хорошо воспроизводятся текст и штриховые иллюстрации способом высокой печати и тиснением.

Коробочный картон выпускается пяти марок: целлюлозный (марка А), древесномассный белый (марка Д), волокнистый состав картона марок Б, В, Г не нормируется. Применяется для изготовления футляров книг и различных упаковок. Выпускается толщиной 0,9—1,1 мм.

## 18.2. Переплетная бумага

Переплетная бумага выпускается нескольких видов: бумага для форзацев, обложек, брошюр, суперобложек, для оклейки переплетных крышек и корешка книжного блока, для изготовления отставов и расставов.

\* Нормы расходования материалов на полиграфических предприятиях. М., 1976.

Форзацная бумага предназначена для изготовления форзацев, соединяющих книжный блок с переплетной крышкой, кроме того, форзац — один из элементов художественного оформления издания. Форзацная бумага должна обладать высокой механической прочностью на излом и разрыв особенно в поперечном направлении листа, так как непреложным правилом при раскрое форзацев является машинное расположение волокон по корешку блока.

Плотность форзацной бумаги —  $900 \text{ кг/м}^3$ , степень проклейки 1,00 мм. Превышение этих показателей затрудняет фальцовку бумаги, ухудшает восприятие клея и вызывает склонность к скручиванию. Рыхлая бумага в сочетании с пониженной степенью проклейки сильно промокает при склеивании, что также нежелательно.

При намазывании клеем форзацная бумага должна иметь минимальные деформацию и склонность к скручиванию.

Неоднородная плотность форзацной бумаги вызывает ее коробление, образование морщин, пузырей. При недостаточной прочности поверхности на бумаге нельзя печатать красками, так как наблюдается выщипывание волокон.

Форзацная бумага выпускается марок А и О.

Бумага марки А может быть матовой, глазированной и с тиснением, белой и окрашенной (табл. 25).

Таблица 25

Технические показатели форзацной бумаги

Показатель	Марки	
	А	О
Состав по волокну: целлюлоза древесная (хвойная) сульфитная, %	100	100
Масса $1 \text{ м}^2$ , г	80, 100, 120, 140, 160	120
Плотность, $\text{г/см}^3$		
матовой	0,65	—
глазированной	0,90	800—850
тисненой		Не нормируется
Прочность на излом в поперечном направлении (число двойных перегибов)	15	15
Проклейка, мм	0,75	1,0
Гладкость, с		
матовой, не менее	10	—
глазированной	30—100	50—100
Угол скручивания при одностороннем смачивании водой ( $t 20^\circ \text{C}$ ), °	56	56
Зольность, %, не менее	8,0	10,0
Деформация после намокания, %	+2	+2
Влажность, %	6,0	6,0

Бумага марки **О** глазированная выпускается только белой с показателем белизны не менее 78%, предназначена для печатания в несколько красок офсетным способом.

Форзацная бумага выпускается в листах размерами 850×1080, 700×900, 700×1080, 600×900 мм. Машинное направление отлива должно соответствовать большей стороне листа. Чтобы при раскрое форзацной бумаги были минимальные отходы, необходимо увязывать ее формат с форматом книжной продукции.

Выбор форзацной бумаги по массе 1 м<sup>2</sup> зависит от объема издания: при объеме издания до 320 с. используют бумагу массой 1 м<sup>2</sup> не менее 80 г, при объеме свыше 320 страниц — не менее 120 г.

Обложечная бумага применяется для изготовления обложек брошюр, журналов и оклейки переплетных крышек, выпускается трех марок (А, Б, В), белой и цветной машинной гладкости, глазированной и тисненой (гренированной).

Бумага марок А и Б чисто целлюлозная, причем для придания бумаге наибольшей долговечности и износостойкости вводят до 40% сульфатной целлюлозы.

Обложечную бумагу марок А и Б массой 1 м<sup>2</sup> 80, 100 и 120 г обычно применяют для оклейки переплетных крышек книг, а с большей массой 1 м<sup>2</sup> — 160, 180, 200 г — для обложек брошюр и журналов. Для менее ответственных изданий применяют бумагу марки В, содержащую до 20% древесной массы.

К обложечной бумаге предъявляются почти такие же требования, как и к форзацной бумаге, т. е. она не должна скручиваться при одностороннем нанесении клеевых растворов, должна иметь минимальное растяжение при увлажнении (не более 2,2%), и минимальную усадку при последующем высыхании. Не допускается проникание клея на лицевую сторону бумаги. Обложечная бумага должна иметь высокую прочность на разрыв и излом, устойчивость к действию света, чтобы со временем не ухудшался внешний вид книги или брошюры. Для повышения прочности в бумагу вводят проклейку (степень проклейки 0,75—1,25 мм), которая также ограничивает впитывание клея и препятствует скручиванию. В бумагу вводят до 6% наполнителя. Гладкость глазированной бумаги 110—400 с, а машинной гладкости 40—110 с, это позволяет печатать на обложках способами офсетной и высокой печати. Выпускается обложечная бумага в листах и рулонах. Ширина рулонов 600, 620, 640, 700, 750, 840, 930 мм. Размеры листовой бумаги: 600×840, 600×940, 620×1070, 640×900, 700×970, 700×1100, 740×840, 740×920, 750×1100, 840×1100 мм.

Формат обложечной бумаги необходимо увязывать с форматом выпускаемой продукции, чтобы при раскрое обложек отходы были минимальными.

Обложечная влагопрочная бумага. Обычная обложечная бумага имеет недостаточную прочность на истирание даже при небольшом увлажнении, поэтому на углах и торцах переплетных крышек она быстро протирается.

Обложечная влагопрочная бумага обладает высокой механической прочностью не только в сухом, но и во влажном состоянии. Это объясняется введением в бумагу проклеивающих веществ: латекса и меламиноформальдегидной смолы.

Обложечная влагопрочная бумага характеризуется большим сопротивлением излому (выдерживает больше 200 двойных перегибов), выпускается марок А и Б. Бумага марки А массой 1 м<sup>2</sup> 80, 100 и 120 г применяется для изготовления цельнобумажных и составных переплетных крышек (детские книги, учебники). Бумага марки Б массой 1 м<sup>2</sup> 140, 160, 180 и 200 г рекомендуется для обложек брошюр и журналов. Обложечная влагопрочная бумага может быть рулонной и листовой тех же размеров, что и обычная обложечная.

В последнее время для оклейки переплетных крышек широкое применение находит переплетная бумага с полимерным поверхностным слоем. Она превосходит по свойствам обложечную бумагу, а в ряде случаев заменяет переплетные материалы на тканевой основе (см. «Переплетные материалы на бумажной основе», с. 180).

Бумага для оклейки корешка книжного блока должна быть очень прочной, совсем не проклеенной и не глазированной, чтобы хорошо воспринимать клей. Таким требованиям отвечает пропиточная бумага массой 1 м<sup>2</sup> 75 г. Для этой цели может применяться и обычная типографская бумага массой 65—70 г/м<sup>2</sup>.

Бумага для отставов должна быть плотной, упругой, она не должна ломаться при круглении шпации и при тиснении на корешке рельефного рисунка, должна быть шероховатой для лучшего восприятия клея. Наиболее полно этим требованиям отвечает шпультная бумага массой 1 м<sup>2</sup> 140—180 г, которая и применяется для отстава в крышках с круглым корешком. Для отстава в крышках с прямым корешком применяют картон массой 1 м<sup>2</sup> 240 г, он обеспечивает необходимую жесткость корешка.

Бумага для суперобложек. Обычно для этой цели используют печатную бумагу. Выбор ее определяется способом печати. Применяют и мелованную бумагу. Для суперобложек может быть рекомендована упрочненная обложечная бумага с поверхностным покрытием.

### 18.3. Переплетные материалы на ткани

При изготовлении прочных переплетных крышек широко применяют различные ткани и специальные переплетные материалы на тканевой основе. Они могут использоваться либо в качестве покровного материала в цельнотканевых переплетных крышках, либо для изготовления корешков составных переплетных крышек, либо в качестве упрочняющего материала, а также для изготовления отдельных деталей книги: каптала, ленточки-закладки и др.

В основном переплетные ткани используют как покровный

материал для изготовления переплетных крышек: назначение их — предохранить книгу от повреждений в процессе пользования и придать ей красивый вид.

К переплетным тканям предъявляются требования высокой механической прочности, высокого сопротивления на разрыв, надрыв и истирание поверхности, эластичности, способности выдерживать без разрушения многократные перегибы. Ткани должны обладать высокой светостойкостью, чтобы в течение длительного времени материал не изменял своей окраски, поверхность переплетной ткани не должна быть липкой, чтобы при хранении книг переплетные крышки не слипались. Изнаночная сторона ткани должна хорошо воспринимать клей. Недопустимо ее скручивание при нанесении клея и проникание его на лицевую сторону ткани.

Важное рабочее свойство переплетного материала на ткани — достаточная жесткость, что обеспечивает его несминаемость при раскрое и вырубке, а также при работе на крышкоделательной машине. Однако слишком высокая жесткость затрудняет процесс загибки ткани при оклейке ею крышек.

Переплетные материалы должны легко деформироваться и сохранять рельеф после тиснения, а также хорошо воспринимать краски при печатании. Для придания тканям необходимых рабочих свойств — жесткости и устойчивости к прониканию клея — их пропитывают клеящими веществами (аппретируют). Кроме того, на поверхность ткани наносят различные грунующие слои с последующим их лакированием и тиснением.

В последние годы значительно расширился ассортимент переплетных тканей, что позволяет разнообразить оформление книг.

**Коленкор переплетный.** Коленкор представляет собой окрашенную или неокрашенную хлопчатобумажную ткань — миткаль, на обе стороны которой нанесен слой грунта, состоящий из крахмального клея вместе с минеральными наполнителями и пигментами. Для светлых тонов коленкора применяется отбеленный миткаль.

Вначале грунт наносят на обратную сторону ткани, затем в два слоя — на лицевую, каждый раз высушивая слой. Коленкор пропускают через каландры для выравнивания поверхности, и при необходимости лицевую сторону подвергают тиснению. Крахмально-пигментное покрытие придает коленкору необходимую жесткость. На поверхности коленкора можно производить тиснение (бескрасочное и фольгой), печатать переплетными красками.

Коленкор марки КОК-коленкор обыкновенный предназначен для изготовления переплетных крышек, имеет массу 1 м<sup>2</sup> 170 г, жесткость по основе (метод прогиба) 9—21, по утку — 6—18 сН. Коленкор марки ҚФ предназначен для изготовления фальчиков, имеет массу 1 м<sup>2</sup> 135 г, должен быть мягким и иметь матовую поверхность, чтобы обеспечивать лучшее склеивание с бумагой, поэтому его не каландрируют.

Переплетный коленкор выпускается в рулонах шириной 620, 660, 710, 760, 820, 860 мм по 200—250 м в рулоне. Стоимость

одного метра коленкора, в зависимости от ширины и цвета, 42—70 коп.

Недостатком коленкора является его небольшая водостойкость, что может вызвать проникание клея на лицевую сторону ткани. Для придания коленкору большей водостойкости на его лицевую сторону наносят слой нитроцеллюлозного лака. Выпускается коленкор с нитроцеллюлозным покрытием марки КМК или коленкор «модерн».

Коленкор «модерн» в отличие от обычного готовят из отбеленного миткаля. На обе стороны ткани наносят грунт, состоящий из смеси крахмального клея, наполнителей и пигментов. Причем на лицевую сторону наносят слой клея, содержащий цветные пигменты, а на оборотную — неокрашенный слой клея, содержащий белый пигмент. Затем на крахмальную пленку с лицевой стороны наносят слой нитроцеллюлозного лака. Выпускают его 22 расцветок.

Коленкор «модерн», так же как и коленкор марки КОК, не имеет на поверхности специального тиснения, поэтому сохраняет натуральную фактуру ткани. Он имитирует суровое полотно, что значительно расширяет возможности художественного оформления книг. Стоимость 1 М — 86 коп.

Выпускается переплетный материал типа коленкора «модерн» с латексным покрытием. Это тоже хлопчатобумажная ткань-миткаль с нанесенным крахмальным грунтом, только на лицевую сторону наносится еще слой латекса, образующий прозрачную пленку. Этот переплетный материал не имеет блеска, дешевле коленкора «модерн» с нитроцеллюлозной пленкой, обладает высокой прочностью на излом и истирание, эластичен, водопрочен, на нем можно печатать переплетными красками и производить тиснение фольгой. Рекомендуется для изготовления цельнокрытых крышек при выпуске самых разнообразных изданий.

**Переплетный материал с нитроцеллюлозным покрытием.** Этот материал состоит из основы — хлопчатобумажной ткани-миткаля, на которую нанесен нитроцеллюлозный грунт. Нитрогрунт состоит из раствора нитроцеллюлозы в летучих органических растворителях, пластификатора (касторовое масло, дибутилфталат), наполнителей и пигментов.

Ткань-основу окрашивают в цвет, соответствующий цвету нитроцеллюлозного покрытия. Для светлых тонов переплетного материала применяется неокрашенный отбеленный миткаль. Затем ткань пропитывают крахмальным клеем с наполнителями (аппретируют), высушивают и на лицевую сторону наносят несколько слоев нитрогрунта. Каждый слой перед нанесением следующего высушивают. После испарения растворителей на поверхности ткани остается прочный эластичный окрашенный слой нитроцеллюлозы, на который затем наносят слой бесцветного нитролака, чтобы повысить блеск поверхности переплетного материала (нитролак представляет собой раствор нитроцеллюлозы без наполнителей и пигментов).

Переплетный материал с нитроцеллюлозным покрытием выпускается трех марок: А, Б, В. Ткань марки А покрыта пленкой из нитроцеллюлозы, пластификаторов и красителей. Она называется ледерином. Ледерин имеет массу 1 м<sup>2</sup> 220 г, выпускается в рулонах шириной 660, 710, 760, 820, 910, 1030, 1060 мм, характеризуется **высокой прочностью и абсолютной водостойкостью поверхности.**

Очень важно, чтобы ледерин имел невысокую липкость поверхности, потому что повышенная липкость вызывает осложнения при изготовлении переплетных крышек — они слипаются. Этот показатель необходимо контролировать в лаборатории до передачи материала в цех. Строго определенной должна быть и жесткость ткани, которая характеризуется усилием, необходимым для того, чтобы дуга ткани определенного радиуса прогнулась на 1 см. Стандарт предусматривает нижний предел жесткости по основе — 6 сН, по утку — 4 сН.

В целях упрочнения приклейки форзаца к ледерину последний подвергают специальной отделке — на его поверхность дополнительно наносят слой полиамидного лака. Такой материал называется переплетным материалом с нитроцеллюлозным покрытием и с полиамидной отделкой.

**Ледерин** — дорогой переплетный материал: в зависимости от ширины рулона стоимость 1 м — от 80 коп. до 1 руб. Отделка полиамидным лаком повышает стоимость метра на 4 коп. Высокая стоимость ледерина связана с использованием в качестве основы хлопчатобумажной ткани и применением в процессе изготовления ледерина дорогостоящих органических растворителей.

Ледерин на ткани применяется для самых разнообразных изданий. Однако в настоящее время в связи с освоением массового выпуска переплетного материала на бумажной основе с нитрополиамидным покрытием имеется возможность частично заменить ледерин этим материалом, что значительно понизит себестоимость изданий.

Переплетный материал с нитроцеллюлозным покрытием марки Б имеет облегченную, более тонкую пленку из нитроцеллюлозы, пластификаторов, наполнителей и пигментов. Применяется для обложек белых товаров (тетради, блокноты).

Переплетный материал с нитроцеллюлозным покрытием марки В представляет собой хлопчатобумажную ткань-миткаль с пленкой из крахмального клея, наполнителей, красителей, на которую сверху нанесен слой нитроцеллюлозного лака. Этот материал называют колленкором с нитропокрытием.

Освоен выпуск материала на ткани с нитроцеллюлозным покрытием с дополнительной отделкой верхней стороны полиамидным лаком, который **значительно повышает** прочность поверхности на истирание и позволяет оформлять переплетные крышки тиснением фольгой, печатанием переплетными красками.

Переплетные материалы с открытой фактурой на основе хлопчатобумажных, шелковых и штапельных тканей. При разработке новых переплетных материалов стремятся сохра-

нить естественный вид ткани. Различная фактура тканей, разнообразие их расцветок позволяют **увеличить** ассортимент переплетных материалов. Натуральные ткани значительно расширяют возможности оформления.

Так, например, широко применяются штапельное полотно, саржа, имеющие приятный шелковистый вид, хлопчатобумажные ткани с мелкой фактурой: ситец, сатин, бязь, gloria; грубофактурные ткани: дук, пике, **холст**, обувная, «юбилейная», сорочечная, паковочная и др. Для придания тканям достаточной жесткости, а также чтобы ткани не пропускали клей на лицевую сторону и не деформировались при увлажнении, их подвергают специальной обработке. Например, нанесение слоя грунта, состоящего из каолина и крахмального клея, создает необходимую жесткость и предупреждает «пробивание» клея на обратную сторону ткани. Однако для таких тканей, как штапель, нанесение только крахмально-каолинового грунта не обеспечивает необходимой жесткости, поэтому на лицевую сторону наносят еще слой нитролака. Жесткость ткани должна быть не менее 15 сН по основе, 5 сН по утку.

Грубофактурные ткани не требуют поверхностной отделки, так как они достаточно жесткие. Поэтому у этих тканей сохраняется натуральная матовая поверхность. Применяются они для **крытья** цельнотканевых крышек, поверхность ткани хорошо принимает тиснение фольгой и **печать** переплетными красками. Стоимость 1 м переплетного материала, **например**, на основе **штапельных** тканей, 1 р. 87 к.

#### 18.4. Переплетные материалы на нетканой основе

Нетканый материал, применяемый в качестве основы для переплетного материала, получают из хлопчатобумажных очесов или, чаще, из синтетических волокон: капрона, нитрона и др., склеенных латексом или другим синтетическим клеем. По прочности этот материал не уступает хлопчатобумажной ткани, а стоимость его значительно ниже. Известно несколько разновидностей переплетного материала на нетканой основе.

Переплетный материал на нетканой основе с крахмально-каолиновым покрытием. Основой материала служит нетканое клееное полотно, представляющее собой волокнистый холст из смеси полиэфирных (лавсановые) и вискозных (штапельные) волокон длиной **33—40 мм**, проклеенных акриловой эмульсией. На поверхность нетканой основы наносят крахмально-каолиновый грунт. Выпускается материал массой 1 м<sup>2</sup> — 85 г, толщиной 0,4 мм. Рекомендуется для изготовления цельнотканевых крышек. Материал хорошо воспринимает тиснение фольгой и печать переплетными красками.

Переплетный материал на нетканой основе с нитроцеллюлозным покрытием. Основой материала служит тонкое нетканое клееное полотно из синтетических воло-

кон, на поверхность которого нанесен слой нитроцеллюлозы. Это материал типа ледерина, в котором миткаль заменен нетканым полотном; выпускается с тиснением под натуральную кожу, удачно имитируя ее. Швейцарская фирма «Винтер и К<sup>о</sup>» выпускает такой материал под названием «буксин». Он прочен, стоек к истиранию, воде, не плесневеет, не скручивается. Материал хорошо воспринимает тиснение фольгой, блинтовое тиснение и печать трафаретными красками.

### 18.5. Переpletные материалы на бумажной основе

Эти материалы широко применяются для крытья цельнокрытых и составных крышек, как полноценный заменитель дорогого переpletного материала на ткани. Выпускают несколько разновидностей переpletных материалов на бумаге; они различаются основой и покровным слоем.

Переpletные материалы на бумажной основе с нитрополиамидным покрытием представляют собой бумагу-основу из небеленой сульфатной целлюлозы, на поверхность которой нанесен покровный слой (сначала нитрогрунт, в состав которого входит раствор нитроцеллюлозы в летучих растворителях, наполнители, красители, пигменты, пластификаторы, а затем слой полиамидного лака).

Переpletный материал на бумажной основе с нитрополиамидным покрытием часто называют «ледерином на бумаге». Он обладает большой прочностью к истиранию и на излом (выдерживает более 300 двойных перегибов). Полиамидный лак, нанесенный на поверхность, обеспечивает прочное сцепление всего покровного слоя с бумагой-основой и уменьшает скручивание материала при промазке клеем. «Ледерин на бумаге» имеет красивый вид и применяется при изготовлении цельнобумажных и составных переpletных крышек, на которых возможно тиснение фольгой и печатание переpletными красками. Необходимо отметить, что печатание переpletными красками экономически выгоднее тиснения фольгой. «Ледерин на бумаге» выпускают разнообразных расцветок, с разными видами тиснения, он заменяет дефицитную ткань и в значительной степени снижает себестоимость издания, так как стоимость 1 м<sup>2</sup> ледерина на бумаге (16 коп.) в семь раз ниже стоимости переpletной ткани с нитроцеллюлозным покрытием. Рекомендуется для крытья жестких цельнокрытых и составных переpletных крышек.

Ледерин на бумаге выпускают в рулонах длиной 200, 300 м и шириной 500, 750, 800, 850 мм.

Переpletный материал на бумажной основе с латексным покрытием, по сравнению с нитрополиамидным, обладает большей прочностью на излом и истирание, при меньшей стоимости.

Замена материалов на тканевой основе бумагой с латексным покрытием дает большой экономический эффект, так как стои-

мость такого материала в восемь—десять раз ниже стоимости ледерина на ткани. Переплетный материал с латексным покрытием обычно выпускают светлых тонов с матовой поверхностью и нелгубоким рельефом тиснения, что позволяет печатать на переплетных крышках офсетным способом. Переплетный материал на бумажной основе с латексным покрытием рекомендуется для крытья сторон составных переплетных крышек для массовых изданий всех видов литературы.

Переплетный материал на бумажной основе с полихлорвиниловым покрытием — «бумвинил» — представляет собой бумажную основу (масса 1 м<sup>2</sup> 80 г), на одну сторону которой нанесено окрашенное модифицированное наполненное полихлорвиниловое покрытие. Выпускается бумвинил разных расцветок и рисунков, с тиснением и без него, двух видов А и Б. Бумвинил А более мягкий и тонкий, выпускается массой 1 м<sup>2</sup> до 260 г, а Б — более тяжелый, массой 1 м<sup>2</sup> до 370 г. Материал отличается высокой прочностью на излом, выдерживает до 800 двойных перегибов.

Вид А рекомендуется для цельнокрытых переплетных крышек, а вид Б — для составных. Для тиснения на крышках из бумвинила разработана специальная фольга (ТУ № 1—21) и возможна печать офсетным способом переплетными красками серии ОВКМ. Стоимость бумвинила вида А — 70—80, Б — 80—90 коп. в зависимости от отделки.

Киевским филиалом Гипрониополиграфа разработан новый переплетный материал на бумажной основе с полиуретановым покрытием — «фолиант». Этот материал прочнее бумвинила. Хорошо воспринимает тиснение фольгой и печатание красками высокой, офсетной, глубокой и трафаретной печати. Рекомендуется для изготовления цельнокрытых и составных переплетных крышек при выпуске технической, художественной, справочной, учебной литературы и др.

Переплетный материал с полимерным покрытием находит самое широкое применение (известен импортный материал с полимерным покрытием под названием «Балакрон»), так как благодаря своим механическим свойствам, высокой прочности на изгиб и истирание поверхности явился полноценным заменителем переплетных материалов на ткани.

Нередко в качестве переплетного материала применяют разрезанные ткани. Для придания им необходимой жесткости и предотвращения проникания клея на лицевую сторону ткань склеивают с тонкой прочной бумагой.

В качестве клея для склеивания бумаги с тканью могут быть применены термоклей или поливинилацетатная дисперсия, которые после высыхания образуют бесцветные пленки, не искажающие цвет бумаги и ткани. Освоен процесс склеивания ткани с бумагой расплавленным полиэтиленом, который образует бесцветную очень прочную и эластичную пленку, значительно повышающую прочность переплетного материала.

Очень эффектны редкие по фактуре ткани, склеенные с цветной бумагой.

Эти материалы рекомендуются для большого круга изданий: энциклопедий, словарей, справочников, политической, научной, художественной и детской литературы. Стоимость материала зависит от стоимости ткани-основы. А сам процесс склеивания стоит 14 коп. за 1 м<sup>2</sup>.

#### **18.6. Переплетные материалы с клеевым изнаночным покрытием**

Большой интерес представляют разработанные во ВНИИ полиграфии переплетные материалы с заранее нанесенным клеевым слоем с изнаночной стороны ткани. Освоен выпуск таких материалов на основе коленкора марки КОК, коленкора «модерн» и переплетных тканей с открытой фактурой (штапель, хлопчатобумажная ткань и др.). В качестве клея применяют синтетические гидрофильные полимеры: поливинилацетат, карбоксиметилцеллюлоза, которые требуют увлажнения перед склеиванием ткани с переплетной крышкой. Могут применяться и термоклеи, приобретающие клеящую способность при подогреве.

Наиболее перспективными для крышек являются материалы на бумажной основе с полимерным покрытием, обладающие высокой стойкостью к истиранию и повышенной влагостойкостью, переплетные материалы на нетканой основе и склеенные материалы из разреженных тканей.

Внедрение новых переплетных материалов позволит не только расширить их ассортимент и улучшить оформление книг, но даст значительный экономический эффект в результате замены ткани более дешевыми материалами.

#### **18.7. Материалы для упрочнения корешка книжного блока**

Для упрочнения корешка блока используют различные тканевые материалы: марлю, шифон, каптал, а для скрепления тетрадей — швейные материалы: нитки, проволоку.

Марля полиграфическая представляет собой редкую хлопчатобумажную аппретированную ткань. Выпускается двух марок, различающихся жесткостью. Требуемая жесткость достигается разной степенью аппретирования. Марля марки НШ применяется для шитья на ниткошвейных машинах, а марля марки БО — для наклейки на корешок в блокообработывающих агрегатах. В качестве основы для обеих марок используют двухниточную ткань полотняного переплетения, а в качестве аппрета — крахмальный клей. Цена 1 марли — 19 коп.

В настоящее время ведутся работы по замене крахмального аппрета синтетическим (карбоксиметилцеллюлоза и др.) и применению разреженной марли, что снизит стоимость марли, а также по созданию нетканого материала с термопластичным покрытием, который придает блоку значительно большую прочность и плот-

ность, чем марля, и вместе с тем позволяет сэкономить расход ткани.

**Шифон**— тонкая, плотная хлопчатобумажная ткань, применяется для оклейки корешка первой и последней тетрадей с целью повышения прочности книжного блока.

**Каптал**— цветная хлопчатобумажная, шелковая или полушелковая лента шириной 15 мм с утолщенным краем (бортиком). Каптал наклеивают сверху и снизу корешка книжного блока в книгах большого объема ( $> 10$  печ. л.). Он повышает прочность блока и является элементом украшения книги.

**Хлопчатобумажные нитки**, предназначенные для шитья на ниткошвейных машинах, должны обладать высокой прочностью на разрыв, иметь определенное растяжение перед разрывом, быть устойчивыми к истиранию при возможно меньшей их толщине. Шитье тонкими нитками незначительно утолщает корешок книжного блока. В процессе шитья нитки не должны скручиваться и образовывать узлы, иначе возможен их обрыв, что вызовет непроизводительные простои оборудования. В зависимости от толщины нитки имеют номера от 10 до 80. Чем выше номер, тем тоньше нитки. В процессе изготовления их подкрахмаливают, некоторые — лакируют. Для шитья на ниткошвейных машинах применяют матовые нитки № 30, характеризующиеся разрывным усилием в 15Н и растяжением перед разрывом порядка 5%.

В последние годы хлопчатобумажные нитки, несмотря на их низкую стоимость (70 кон. за 1 кг), вытесняются капроновыми.

**Капроновые нитки.** Для шитья на ниткошвейных машинах применяются капроновые нитки марки К-18 толщиной 0,2 мм. Хотя толщина их почти в два раза меньше толщины хлопчатобумажных, они отличаются большей прочностью и большим удлинением перед разрывом (разрывное усилие у капроновых ниток 25 Н, удлинение перед разрывом 25%). Высокая прочность уменьшает число обрывов нити в процессе шитья, в результате повышается производительность труда. Блок, сшитый капроновыми нитками, имеет опрятный красивый вид без заметного утолщения по корешку. За счет меньшей толщины расход капроновых ниток меньше на 20—25%.

Наиболее тонкие капроновые нитки требуют и более тонких швейных инструментов: игл, крючков — иначе возможен брак из-за проникания клея в несоизмеримо большие отверстия проколов, по сравнению с толщиной ниток.

Иногда при шитье применяют вместе капроновые и хлопчатобумажные нити, средние тетради прошивают капроновыми, а первую и последнюю — хлопчатобумажными, так как капроновые нити трудно завязывать в узел.

Цена капроновых ниток 14—20 руб. за 1 кг.

**Проволока** применяется для шитья брошюр, журналов, белых товаров и футляров для книг. Полиграфическая проволока толщиной 0,35—1,2 мм может быть круглого и плоского сечения.

Для шитья брошюр и журналов втачку применяют **проволоку**.

толщиной 0,7—0,8 мм, а при шитье внакидку — 0,5—0,6 мм. Проволока должна быть достаточно гибкой, иметь гладкую поверхность и равномерную толщину.

При шитье проволокой корешок блока сильно утолщается, кроме того, проволока со временем ржавеет и начинает пачкать ржавчиной страницы книги. Поэтому для шитья некоторых изданий, рассчитанных на длительный срок службы, применяют проволоку с антикоррозийным покрытием (оцинкованная, медная).

## Глава 19.

### Отделочные материалы

#### 19.1. Материалы для облагораживания печатной продукции

Для отделки печатной продукции — открыток, обложек, супер-обложек — применяют различные лакирующие средства и полимерные пленки.

При нанесении лака и припрессовке пленки увеличивается долговечность издания, улучшается его внешний вид, так как повышается насыщенность цветов изображения в результате уменьшения рассеяния отраженного света.

##### 19.1.1. Лаки

Для лакирования печатной продукции применяют лаки в виде растворов полимеров в растворителях, наносимых на оттиски при помощи специальных машин для лакирования. После испарения растворителя на поверхности остается тонкая блестящая пленка полимера.

Высокое качество отделки может быть достигнуто в том случае, если лаковая пленка прилипает без отслаивания к поверхности бумаги и к поверхности, запечатанной краской, имеет высокий блеск, бесцветна, абсолютно прозрачна (не искажает цвета оттиска), эластична и прочна к истиранию. Свойства пленки не должны изменяться со временем, т. е. она не должна стареть.

Все лаки, в зависимости от содержания растворителей, делятся на спиртовые, водные, спиртоводные, толуольные. Тoluольные лаки токсичны, поэтому их применение ограничено.

Спиртовые лаки. Поливинилацетатный лак — это раствор поливинилацетата в этиловом спирте. При нанесении на оттиск лак образует прозрачную бесцветную светостойкую пленку, но с недостаточным блеском. Кроме того, пленка со временем становится хрупкой, поэтому лак имеет ограниченное применение.

Идитоловый лак представляет собой раствор идитола в этиловом спирте. Образующаяся на оттиске пленка отличается высоким блеском, эластична, но недостаточно светостойка, под действием света постепенно краснеет.

Циклогексанонформальдегидный лак (ЦФ-1) представляет собой раствор циклогексанонформальдегидной смолы в этиловом спирте с добавкой поливинилбутираля и сосновой канифоли. Этот лак получил наиболее широкое применение для лакирования полиграфической продукции, так как образует достаточно блестящую прозрачную пленку. Он безвреден и не имеет запаха.

Водные лаки. Лак ПВМ-1 на основе поливинилового спирта применяется для лакирования разогретым до 40—50° С и после каландрирования оттисков на горячих каландрах образует прочную пленку. Пленка бесцветна, прозрачна, с высоким блеском, эластична, устойчива на истирание, но недостаточно водостойка.

Лак ПВСК тоже на основе поливинилового спирта разработан Московской типографией № 2. После нанесения на оттиск он требует сушки при  $t$  60—90° С. Затем оттиск подвергается каландрированию.

Оттиск, покрытый лаком ПВСК, имеет зеркальный блеск. Пленка лака бесцветна, эластична, светостойка, но не водопрочна. Лак не токсичен, не имеет запаха. Однако процесс лакирования малопроизводителен из-за длительной сушки лакированных оттисков и обязательного каландрирования, поэтому процесс покрытия водным лаком ПВСК обходится дороже, чем спиртовым, например ЦФ-1.

Спиртоводные лаки представляют собой растворы синтетических смол в смеси этилового спирта и воды, образуют достаточно блестящую, бесцветную и водостойкую пленку. Например, лак ПВК-4 на основе поливинилкетала, продукта конденсации поливинилового спирта с кетонами, или лак ПВБ-4 на основе поливинилбутираля.

Спиртоводные лаки имеют меньшую стоимость по сравнению со спиртовыми, и вместе с тем обеспечивают высокое качество пленки:

На качество лакированной поверхности и расход лака оказывает влияние характер поверхности, на которую наносится лак, и ее впитывающая способность. Наилучшие результаты получают при лакировании оттисков, изготовленных на высокогладкой бумаге с низкой впитывающей способностью.

### ***19.1.2. Пленки для припрессовки к оттискам***

Отделка полиграфической продукции припрессовкой пленки дает лучший эффект, чем лакирование. Покрытия пленкой отличаются большей механической прочностью и водостойкостью. Пленка придает оттискам зеркальный блеск и защищает оттиски от атмосферных воздействий.

Для отделки печатной продукции применяют синтетические полимерные пленки. Они должны быть прочными, эластичными, обладать минимальной деформацией и усадкой в процессе старения ( $\leq 5\%$ ), чтобы не вызывать скручивания и коробления

оттиска, бесцветными и прозрачными, иметь равномерную толщину. Допускается отклонение по толщине не более 5%.

До последнего времени наиболее широко применялась триацетатная пленка, которую припрессовывали к оттиску с помощью бутилацетатного клея (БАВ-4М), предварительно нанесенного на пленку. При припрессовке триацетатной пленки к оттиску происходит некоторое искажение цвета из-за сравнительно большой ее толщины (40 мкм) и желтоватого оттенка.

В последние годы освоен выпуск и более тонкой пленки, которая обеспечивает более высокое качество отделки.

Лучшие результаты дает лавсановая пленка, бесцветная, тонкая (20 мкм), обладающая высокой прочностью, эластичностью, влагопрочностью, не подверженная усадке. Для припрессовки лавсановой пленки был разработан специальный клей — сополимер бутилакрилата с винилацетатом, растворенный в этилацетате (клей БАВ-1) и лак на основе смолы ТФ-82.

Наиболее перспективным материалом для припрессовки является полипропиленовая пленка. Эта пленка имеет небольшую толщину — 20 мкм — и обладает многими ценными свойствами: высокими прозрачностью и блеском, водопаронепроницаемостью, хорошими механическими свойствами, а также химической стойкостью к действию кислот, щелочей и растворителей. Для припрессовки полипропиленовой пленки применяют клей БАВ-4М.

Можно получить полимерную пленку и непосредственно на оттиске. Для этого оттиск покрывают порошкообразным термопластичным полимером, например полиметилметакрилатом, и прикатывают его нагретым металлическим валиком.

В последние годы припрессовка пленки находит самое широкое применение для отделки переплетных крышек и суперобложек. Это позволяет повысить качество полиграфического оформления книг и увеличить их долговечность, что очень важно, особенно при издании учебников и другой массовой литературы.

## 19.2. Материалы для тиснения

Для оформления переплетов книг, покрытых ледерином, колленкором, бумагой и другими материалами, применяется полиграфическая фольга — цветная (матовая и глянцевая) или металлизированная (бронзовая, алюминиевая, юбилейная).

Цветная фольга представляет собой многослойный материал, основа которого — калька, изготовленная из белой целлюлозы, массой 1 м<sup>2</sup> 40 г, или лавсановая пленка. На основу нанесен легкоплавкий воскосмоляной подслои, затем красочный слой, состоящий из суспензии пигментов и наполнителей в связующем веществе, и пластификатора.

Цветная фольга может иметь различный цвет в зависимости от вида пигмента. Для повышения кроющей способности цветной фольги, т. е. способности закрывать цвет переплетной крышки, вводят белые наполнители: титановые белила, химически осаж-

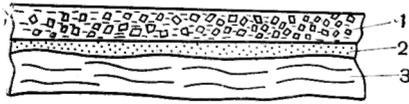


Рис. 32. Схема красочной фольги:  
1 — красочная суспензия, 2 — восковой  
слой, 3 — подложка

денный мел и т. д. В фольгу белого цвета вводят самый крошечный белый пигмент — двуокись титана. В качестве пигмента для черной фольги применяют сажу. Связующее красочного слоя — спиртовой раствор синтетического клея БФ на основе фенолоформальдегида или водная поливинилацетатная дисперсия.

Фольга на поливинилацетатной дисперсии (водное связующее) представляет большой интерес, так как выпуск ее позволяет исключить из производства дорогой растворитель — спирт. По качеству водная фольга не уступает спиртовой. В состав водно-красочной суспензии вводят смачиватели (сапонин, смачиватель ОП-10 и др.), которые обеспечивают хорошее прилипание водного красочного слоя к восковому подслою. Пластификаторами служат дибутилфталат и глицерин.

Процесс изготовления цветной фольги сводится к следующему. На бумагу-основу наносят воско-смоляной состав в количестве 2—2,5 г/м<sup>2</sup>, в результате получается так называемая «воскованная» калька, затем на нее наносят красочную суспензию, которая предварительно готовится в шаровых мельницах или с помощью ультразвуковых установок. После нанесения красочной суспензии ленту фольги пропускают через сушильную камеру, где растворитель (спирт или вода) испаряется, и на кальке образуется твердый красочный пигментно-клеевой слой (рис. 32).

При тиснении на позолотном прессе фольгу кладут на запечатываемую поверхность красочно-клеевым слоем. Под давлением нагретого штампа воско-смоляной слой размягчается, и красочный слой переходит на поверхность тиснения. После снятия давления происходит окончательное закрепление слоя.

Цветная фольга обеспечивает получение четкого изображения, не рвется, не осыпается, устойчива к истиранию. При тиснении калька легко отделяется, а красочный слой полностью переходит на запечатываемую поверхность, обеспечивая прочное сцепление с ней.

Цветная фольга имеет высокую кроющую способность и позволяет получать более четкое изображение и более насыщенного цвета, чем на оттисках, отпечатанных переплетными красками. Но из-за большой толщины кальки при тиснении плохо воспроизводятся мелкие детали. Повышение качества фольги, в частности, ее разрешающей способности, возможно при замене бумажной основы тонкой синтетической пленкой, например лавсановой.

Цветная фольга выпускается в рулонах шириной 200 мм.

Металлизирующая фольга имитирует тиснение золотом или серебром, в качестве пигмента используются бронзовые и алюминиевые порошки. Процесс изготовления металлизирован-

ной фольги заключается в следующем: на бумажную или лавсановую основу, покрытую воско-смоляным слоем, из бункера насыпается бронзовая или алюминиевая пудра, слой которой покрывается смоляным грунтом, представляющим собой спиртовой раствор шеллака (смола). После высушивания фольгу сматывают в рулоны.

Бронзовая и алюминиевая фольга позволяет получить четкое тиснение, но слой фольги недостаточно коррозионно устойчив, тиснение со временем тускнеет.

**Фольга металлизированная «юбилейная»** представляет собой лавсановую пленку — основу, на которую с одной стороны последовательно нанесены слои: легкоплавкий промежуточный, окрашенный лаковый, алюминия, напыленного в вакууме, и грунтовочный.

Нанесение алюминия **В** вакууме позволяет получить тонкий (0,05—0,10 мкм) и вместе с тем монолитный гладкий слой металла.

После тиснения фольгой лаковый слой оказывается на поверхности. Он обеспечивает лучшее закрепление алюминиевого слоя, сообщает металлическому слою коррозионную устойчивость и повышает его блеск.

Если лаковый слой не окрашен, то фольга имеет натуральный цвет алюминия и имитирует серебро. Окрашенный в желтый цвет лаковый слой создает имитацию золота. Меняя окраску лакового слоя, получают разнообразные цвета фольги.

«Юбилейная» фольга обладает высокой разрешающей способностью и очень высоким блеском. Применяется для оформления разнообразной полиграфической продукции.

**В** связи с многообразием выпускаемой фольги Московский завод полиграфической фольги разработал ее классификацию и маркировку, в основу которых легли следующие главные признаки: вид фольги, материал, для тиснения на котором предназначена фольга, материал основы фольги и цвет фольги.

Каждой марке фольги присваивается шестизначный номер. Первые три цифры означают серию, а три последние цифры — цвет фольги.

**Первая цифра серии означает вид фольги:**

- 1 — бронзовая,
- 2 — алюминиевая,
- 3 — юбилейная,
- 4 — цветная матовая,
- 5 — цветная глянцевая.

**Вторая цифра серии присваивается в зависимости от материала, на котором будет производиться тиснение:**

- 1 — переплетные ткани,
- 2 — бумага или картон,
- 3 — лакированное дерево,
- 4 — кожа,
- 5 — текстиль,
- 6 — полиметилметакрилат,
- 7 — полистирол,
- 8 — полихлорвинил.

**Третья цифра указывает материал основы фольги:**

- 1 — калька,
- 2 — конденсаторная бумага,

3 — лавсановая пленка толщиной 20 мкм,  
 4 — лавсановая пленка толщиной 12 мкм.

Четвертая, пятая и шестая цифры обозначают цвет фольги. Фольга цветная имеет следующую нумерацию;

100—199 — оранжевая,  
 200—299 — красная,  
 300—399 — синяя,  
 400—499 — зеленая,  
 501 — желтая,  
 591 — кремовая,  
 601 — палевая,  
 610 — бежевая,  
 681 — коричневая,  
 685 — темно-коричневая,  
 691 — светло-серая,  
 692 — серая,  
 698 — черная,  
 701 — сиреневая,  
 703 — фиолетовая,  
 801 — белая.

Цвета юбилейной фольги обозначают номерами:

020—029 — красная,  
 030—039 — синяя,  
 040—049 — зеленая,  
 051—059 — золотая,  
 060—069 — стальная,  
 080—089 — серебряная.

Таблица 26

Стоимость 1 м<sup>2</sup> фольги различных серий

Серия	Цена 1 м <sup>2</sup> , коп
111	11—19
211	11—19
213	40—65
313	96
511	14—20
413	60—70

Так, например, фольга № 413-801 — цветная матовая на лавсановой пленке, предназначена для тиснения на переплетной ткани (ледерин, коленкор и др.) белого цвета. Или фольга 313-020 — юбилейная на лавсановой пленке для тиснения на переплетной ткани, красная.

В табл. 26 приведена стоимость 1 м<sup>2</sup> фольги. Целесообразность выбора фольги для тиснения определяют исходя из характера издания, сроков пользования им, типа переплета и других факторов, непосредственно связанных с качеством продукции и экономикой производства.

## Глава 20.

### Клеящие вещества

В брошюровочно-переплетных процессах широко применяется склеивание, от которого в значительной степени зависит качество, прочность и длительность срока службы книг, журналов, брошюр и других изданий.

Основное назначение клея — соединение с достаточной прочностью отдельных деталей при изготовлении полиграфической продукции. Для качественного, прочного склеивания и нормального течения технологических процессов клеящие вещества должны отвечать следующим требованиям.

1. Клей должен хорошо смачивать материал и обладать достаточно высокой адгезией, т. е. образовывать пленку, прочно соединенную со склеиваемым материалом.

2. Клеевая пленка после высыхания должна быть достаточно прочной, что определяется когезией, т. е. внутренним сцеплением частиц клея.

3. Вязкость клея должна согласовываться с характером склеиваемого материала и характером работы. Клей не должен проникать слишком глубоко в материал и проходить на обратную сторону. В прямой зависимости от вязкости находится способность клея легко, ровным и тонким слоем наноситься на материал.

4. Клей в сыром виде должен обладать высокой липкостью, чтобы соединенные детали оставались в зафиксированном положении, вплоть до высыхания пленки. Особенно важное значение приобретает это свойство при поточном производстве, где липкость должна обеспечивать постоянное положение деталей при прохождении в потоке.

5. Обладать прочностью склейки (клеящая сила), которая характеризует надежность соединения двух деталей изделия после высыхания клеевого слоя.

6. Иметь высокую скорость высыхания — образования сухой прочной клеевой пленки, что в значительной степени определяет время изготовления продукции и рациональное использование производственных площадей. Не в меньшей степени влияет на производительность труда и время «схватывания», т. е. время между нанесением клеевого слоя и образованием достаточно прочной склейки.

7. Стабильностью свойств, т. е. временем, в течение которого клей сохраняет свои рабочие свойства, от чего зависит запас приготовленного клея.

8. При заклейте корешка книжного блока и приклеике каптала клеевая пленка должна быть достаточно эластичной: она не должна растрескиваться и ломаться при длительном пользовании книгами и брошюрами.

При работе с клеящими веществами важно учитывать и такие их свойства: цвет клея, который, по возможности, должен быть светлым, чтобы на материале не оставались пятна; ценообразование, которое при вращении клеевых валиков в машинах должно быть минимальным, клей должен быть почти нейтральным, в противном случае может произойти пожелтение бумаги или изменение цвета переплетного материала. Клей должен обладать морозостойкостью и влагопрочностью.

Правильный выбор клеящего вещества, его рецептура и приготовление во многом определяют не только качество продукции, но и оказывают влияние на ее себестоимость. Следует учесть, что трудоемкость процесса склеивания при изготовлении книги на поточной линии составляет около 40%. Стоимость клеящего вещества также влияет на себестоимость продукции. Так, по данным предприятий УССР, доля стоимости клея составляет, в среднем,

9—12% в себестоимости цеховой продукции и 4—5% в себестоимости продукции предприятия.

В брошюровочно-переплетных процессах используются самые различные клеящие вещества в зависимости от склеиваемых материалов, вида работ и оборудования.

Основой почти всех клеящих веществ, применяемых в полиграфии, являются природные или синтетические полимеры или олигомеры. Клеи природного происхождения подразделяются на клеи растительные (например, крахмальные) и животные (казеиновые, костные).

В зависимости от основного полимера или олигомера выпускают синтетические клеящие вещества: поливинилацетатные, поливинилбутиральные, на основе производных целлюлозы, синтетических каучуков и др. Клеящие вещества используют в виде различных клеевых систем:

1. Водная дисперсия, где мельчайшие частицы нерастворимого полимера или олигомера находятся в воде во взвешенном состоянии. При склеивании пористых материалов дисперсионная среда (вода) быстро отделяется при впитывании, а частицы укрупняются, образуя пленку. Водные дисперсии получаются в результате полимеризации мономера в водной среде и образования нерастворимого в воде полимера.

2. Водный раствор, полученный растворением исходных продуктов. Высыхание и образование пленки в этом случае происходит медленно, при испарении воды и частичном впитывании клея в поры бумаги.

3. Раствор в органических растворителях. Склеивание, т. е. образование пленки, происходит быстро, в результате испарения летучего органического растворителя.

4. Твердый полимер в виде брикетов, гранул, пленок-термоклеев. Образование клеевой пленки — склеивание — происходит практически моментально при охлаждении расплавленного клея или в результате химических реакций при использовании реакционноспособных полимеров.

#### **20.1. Синтетические клеящие вещества**

Клеи на основе продуктов растительного и животного происхождения хотя и применяются еще на полиграфических предприятиях, обладают рядом недостатков и поэтому постепенно вытесняются синтетическими.

Использование синтетических клеящих веществ, обладающих большой скоростью высыхания, образованием прочной и эластичной пленки, стабильностью свойств, способствует осуществлению комплексной механизации брошюровочно-переплетных процессов. При этом сокращается цикл изготовления продукции, высвобождается часть производственных площадей и повышается качество полиграфической продукции вследствие повышения прочности склейки, отсутствия загнивания и плесневения.

Синтетические клеящие вещества позволили заменить и высвободить для других целей пищевые продукты (крахмал, казеин, желатин), организовать централизованное изготовление некоторых клеев и снабжение ими предприятий. Все это отразилось на технико-экономических показателях производства. В настоящее время для изготовления клеящих веществ чаще всего применяют следующие синтетические соединения: поливинилацетат, поливиниловый спирт, поливинилхлорид (ПВХ), стирольный каучук, полиамиды.

Клей на основе поливинилацетата. Этот клей представляет собой водную дисперсию — продукт полимеризации винилацетата ( $\text{CH}_2 = \text{CHOCOSCH}_3$ ) в водной среде. Дисперсия (ПВАД) белого цвета, без запаха, вязкость ее зависит от степени полимеризации поливинилацетата и его концентрации. Обычно в качестве исходного вещества применяется дисперсия с содержанием сухого остатка около 50%.

Дисперсия выпускается с содержанием пластификатора (15%). Пластифицированная дисперсия может быть трех видов: низковязкая (НВ) с вязкостью 10—15 с (по воронке ВМС\*), средневязкая (СВ) — 15—40 с и высоковязкая (ВВ) с вязкостью не менее 40 с.

Приготовление клея несложно, сводится к корректированию вязкости поступившей на предприятие дисперсии. Вязкость уменьшают, добавляя теплую воду или более жидкую дисперсию. Для повышения вязкости вводят 14%-ный раствор клея на основе Na-КМЦ (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы), однако при этом понижается липкость и клеящая сила дисперсии, поэтому целесообразней применять дисперсию марки ВВ. Если в типографию поступила непластифицированная дисперсия, в нее необходимо ввести пластификатор — дибутилфталат (15% к сухому остатку).

Поливинилацетатный клей обладает хорошей клеящей способностью (не менее 500 Н/м), высокой липкостью, стабильностью. Он сравнительно быстро высыхает, образует бесцветную и эластичную (при наличии пластификатора) пленку. Применяется без подогрева. Недостаток клея — низкая морозостойкость. При  $t < -5^\circ\text{C}$  пленка становится хрупкой и растрескивается в корешке книги. Это же затрудняет перевозку клея в зимнее время при централизованном снабжении и требует специальных транспортных устройств.

Гарантийный срок хранения поливинилацетатного клея в помещении при  $t$  5—40°С — шесть месяцев. При более низкой температуре дисперсия может замерзнуть, а при оттаивании поливинилацетат в результате коагуляции выпадает в осадок. Такой продукт непригоден для приготовления клея.

\* Вязкость определяется с помощью воронки ВМС и характеризуется временем (с) истечения определенного объема клея через отверстие диаметром 9,53 мм.

Поливинилацетатный клей применяется для заклейки корешка шитого книжного блока (вязкость 2—3 с), для крытья брошюр обложкой (вязкость 40—80 с) и в качестве добавок в другие клеящие вещества.

Все более широкое распространение получает технология клевого бесшвейного скрепления блоков, которая отличается высокой экономической эффективностью и дает возможность повысить скорость работы и степень автоматизации процессов изготовления книг и журналов. Все это ведет к снижению себестоимости продукции и высвобождению производственных площадей. Например, на Харьковской книжной фабрике им. М. В. Фрунзе себестоимость изготовления 1 тыс. книг снизилась приблизительно на 47% (с 16 р. 23 к. до 9 р. 16 к.)\*.

Однако книги, изготовленные по технологии бесшвейного скрепления, менее прочны и долговечны, но при соблюдении разработанных рекомендаций и соблюдения режима, способ вполне пригоден при изготовлении брошюр, журналов, книг, отпечатанных на типографских бумагах № 1, 2 и 3.

В скором будущем бесшвейным способом предполагается скреплять до 75—80% всей книжно-журнальной продукции.

Для бесшвейного скрепления корешков книжных блоков используется поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) с вязкостью 25—30 с, с содержанием сухого остатка 50—55% и пластификатора (дибутилфталат) — 10—15%\*\*.

Для бесшвейного скрепления брошюр на полуавтоматах применяется клей вязкостью 13—19 с.

Клей в виде дисперсии на основе сополимеров винилацетата с бутилмалеинатом или с винилбутиралем используют на различных операциях, где требуется хорошая липкость. Например, при вставке книжных блоков в поливинилхлоридные переплетные крышки.

Поливинилацетат как клей может быть использован и в виде раствора, например 30%-ного, в метилацетате или этилацетате.

Латексный клей на основе бутадиенстирольного каучука. Основной клеем служит латекс СКС, т. е. продукт совместной полимеризации дивинила ( $H_2C=CH-CH=CH_2$ ) и стирола ( $C_6H_5-CH=CH_2$ ) в водной среде.

Латекс СКС — дисперсия каучука белого цвета со специфическим запахом — сам по себе не обладает достаточной липкостью и способностью хорошо склеивать, поэтому при изготовлении клея в него вводят костный клей, можно также ввести поливинилацетатную дисперсию, казеин.

Для приготовления клея используют латекс СКС-30 ШР с содержанием не менее 30% каучука и латекс марки СКС-50 К.

Латексные клеи представляют собой однородную дисперсию белого цвета, быстро высыхающую и образующую достаточно

\* Багмет В., Кабак М. Изготовление книг способом бесшвейного скрепления. Полиграфия, 1975, № 1.

\*\* Хейфиц И. и др. Повышение качества бесшвейного скрепления блоков. Полиграфия, 1978, № 9.

прочную эластичную пленку. Однако латексные клеи обладают и некоторыми недостатками: имеют неприятный запах, склонны к некоторому образованию пены, что затрудняет технологический процесс склейки, трудно смываются с рук и машины, могут вызывать раздражение кожи и способны к загниванию (в их состав входит костный клей).

Латексные клеи готовят с различным содержанием каучука и добавок (в зависимости от выполняемых работ). Например, клей, предназначенный для изготовления переплетных крышек типа 5 на крышкоделательной машине, имеет следующий состав, %:

Латекс СКС-30 ШР или СКС-50 К	39,2
Костный клей 60%-ный	57,1
Мочевина	1,9
Глицерин	0,9
Терпинеол	0,9

Костный клей вводят для повышения липкости и клеящей силы, мочевину — для придания клеевой пленке стабильности и эластичности, глицерин — для некоторого замедления высыхания клея на машине во время работы, терпинеол — в качестве пеногасителя. Клей приведенного состава быстро высыхает, и переплетные крышки через 20 мин могут быть переданы на следующие операции.

Для изготовления цельнокрытых (из ледерина или коленкора) крышек типа 7 рекомендуется клей того же состава, но с несколько увеличенным содержанием костного клея.

Приготовление клея несложно: вначале загружают костный плиточный клей, заливают водой и расплавляют, повышая  $t$  до 45—50° С, затем вводят, по очереди, мелко измельченную мочевину, латекс и остальные добавки.

Вследствие большого содержания костного клея данные латексные клеи применяют нагретыми до  $t$  28—35° С. Время схватывания клея — 30 с, прочность склейки 300 Н/м.

Для заклейки корешка книжного блока на блокозаклеечных станках рекомендуется латексный клей с казеином и натронно-канифольным мылом. Эти добавки увеличивают клеящую силу латекса, которая достигает 350 Н/м, время схватывания клея 20 с, используется он при комнатной температуре.

При необходимости хранения клея более трех суток натронно-канифольное мыло следует хранить отдельно и вводить в смесь непосредственно перед использованием клея. Клей без канифольного мыла можно хранить довольно долго, в течение одного-двух месяцев.

Клеи на основе латекса различных составов применяются также для приклейки марли и бумаги к корешку книжного блока, вставки блоков в переплетные крышки, крытья брошюр обложкой на машине КМО и др.

Стоимость латекса СКС-30 — 0,26 руб. за 1 кг.

Клей на основе поливинилового спирта. Водные клеевые растворы на основе синтетических продуктов применяются в полиграфии реже, чем дисперсии:

Водные растворы образуют пленку в результате испарения и частичного впитывания воды в пористый материал, поэтому скорость их высыхания небольшая, по времени равная скорости высыхания крахмальных клеев.

Чаще всего применяется клей на основе поливинилового спирта (ПВС) — белого порошка, получаемого в результате гидролиза поливинилацетата.

При растворении полимера образуется раствор с небольшой клеящей способностью, но его липкость и клеящая сила несколько повышаются при введении буры. Клей обладает высокой стойкостью при хранении, образует эластичную, но неустойчивую к воде пленку. Наилучшими свойствами обладает клей, содержащий 5—8% поливинилового спирта, пластификатор и некоторые другие добавки.

Клей на основе поливинилового спирта рекомендуется использовать вместо крахмального клейстера для склейки бумаг.

Клей на основе поливинилбутирала. Поливинилбутираль — продукт взаимодействия поливинилового спирта и масляного альдегида образует клейкие растворы в этиловом спирте-сырце. Клей, применяемый в полиграфии, обычно содержит 10—13% поливинилбутирала.

Приготовление клея сводится к замачиванию порошкообразного поливинилбутирала в спирте-сырце и растворении при нагревании до 35—50°С.

Поливинилбутиральный клей обеспечивает очень прочную склейку (более 800 Н/м), образует эластичную бесцветную и устойчивую пленку. Высыхает почти мгновенно, вследствие быстрого испарения летучего растворителя. Клей стабилен при хранении и применяется при комнатной температуре. Однако применение такого клея требует на рабочих местах установки вентиляционных устройств, что препятствует его широкому внедрению, кроме того, клей дорог. Но благодаря высоким качествам, используется для заклейки сшитых корешков книжных блоков из плотной бумаги — мелованной, офсетной, а также для бесшвейного скрепления одногибных тетрадей.

Клей на основе перхлорвинила. Для вставки книжных блоков в крышки из поливинилхлоридного пластика рекомендуется специальный клей на основе перхлорвинила приблизительно следующего состава, %:

Перхлорвинил	12—15
Метиленхлорид	80—77
Циклогексан	8

Благодаря интенсивному испарению растворителя клей быстро схватывает, поэтому могут возникать затруднения при выравнивании двух плоскостей при их наложении.

Клей обеспечивает достаточную прочность соединения форзаца с переплетной крышкой из поливинилхлорида. Он опасен в пожарном отношении, при работе с ним необходима **вентиляция**.

Стоимость 1 кг клея  $\sim 80$  коп.

Метиллолполиамидный клей (ПФЭ-2/10) Метиллолполиамид (ПФЭ-2/10) получается в результате обработки полиамида формальдегидом.

Метиллолполиамидный клей представляет собой 25—30%-ный раствор полимера марки ПФЭ-2/10 в этиловом спирте-сырце и воде. Обладает хорошей липкостью, высокой клеящей силой, образует прочную высокоэластичную и устойчивую к атмосферным изменениям пленку. Отличается стабильностью, срок хранения — до шести месяцев.

Благодаря перечисленным положительным свойствам клей найдет широкое применение для переплетных работ. В настоящее время его используют для клеевого бесшвейного скрепления книжных блоков. Ограниченное применение клея объясняется его высокой стоимостью и необходимостью устанавливать вентиляцию, так как происходит интенсивное испарение растворителя — спирта. Недостатки клея — в сравнительно длительном высыхании водно-спиртового раствора и необходимости двух- трехкратного нанесения клея на корешок книжного блока для получения прочной склейки. Клей огнеопасен.

Термоклей представляет собой полимер с различными добавками, твердый или эластичный при обычной температуре. При нагревании до 100—180°С термоклей размягчается, становится вязкожидким и в таком состоянии наносится на корешок блока. При охлаждении до комнатной температуры происходит быстрое затвердевание и образование пленки.

Благодаря быстрому (3—5 с) образованию клеевой пленки, термоклей можно использовать в механизированных и автоматизированных брошюровочно-переплетных процессах. Применение термоклей при бесшвейном скреплении книжно-журнальной продукции также дает возможность повысить производительность труда за счет увеличения скорости работы агрегатов, сократить производственный цикл за счет быстрого образования клеевой пленки и отсутствия процесса сушки. При этом высвобождаются производственные площади и значительно снижается себестоимость продукции, улучшаются условия труда (клей не содержит воды и органических растворителей, которые могли бы испаряться, отсутствует клееварочное отделение).

Однако более широкому внедрению термоклеев препятствуют некоторые затруднения при работе с ним: термоклей требует специального оборудования для разогрева клея, при этом температура, в зависимости от состава клея, должна поддерживаться в строгих пределах (например, «Будатерм» 140—150°, Эльвакс — 120—160°С).

При нагреве ниже паспортной температуры клей становится слишком вязким и непригодным к работе. При более высоких тем-

пературах, а также длительном нагревании ( $> 1-2$  ч) при его рабочей температуре возникает частичное разложение клея, что приводит к понижению клеящей силы. При рабочей температуре в расплавленном состоянии термоклей имеют большую вязкость, чем растворы и дисперсии, поэтому клеевой слой получается более толстым и расход клея повышается.

Прочность и долговечность при бесшвейном скреплении блоков с использованием термоклея ниже, чем сшитых, но при строгом соблюдении технологических режимов клей обеспечивает достаточную прочность при изготовлении журналов, каталогов, брошюр, инструкций и другой продукции толщиной 3—12 мм.

Дальнейшее развитие бесшвейного скрепления полиграфической продукции, очевидно, будет идти с использованием как термоклеев, так и клеев в виде дисперсий или растворов.

• Термоклей любых марок, как правило, состоит из основы-сополимера, 15—30% смолы (модифицированная канифоль) для липкости, 20—30% воска или парафина, которые снижают температуру размягчения и, следовательно, улучшают жидкотекучесть, и около 2% антиоксиданта для замедления процесса старения пленки и предотвращения разрушения полимера при подогреве.

Наиболее широкое распространение при изготовлении термоклея получил сополимер винилацетата с этиленом (эльвакс). Могут быть использованы полиамиды, полиэтилен и др.

Термоклеи в расплавленном состоянии обладает высокой липкостью, образует прочную (700—800 Н/м) эластичную пленку, не требует сушки, так как мгновенно затвердевает.

Клей отличается долговечностью, морозостойкостью. При  $t$  160—180° С клей приобретает необходимую вязкость.

Клей на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). Карбоксиметилцеллюлоза  $C_6H_7O_2(OH)_2OCH_2-COONa$  выпускается в виде порошка розового или кремового цвета.

Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы получается в результате взаимодействия щелочной целлюлозы и натриевой соли монохлоруксусной кислоты. Таким образом, клеящее вещество получается в результате химической реакции и может быть отнесено к синтетическим клеям. Карбоксиметилцеллюлоза в воде сначала набухает, затем при нагревании до 50—60° С растворяется и образует клейкий вязкий раствор с желтоватым оттенком. Клей готовится с содержанием 10—13% Na-КМЦ, применяется в холодном виде и по своим свойствам приближается к крахмальному клею-стеру. Клеящая сила — 80 Н/м.

Клей на основе Na-КМЦ отличается высокой стабильностью, т. е. может храниться без изменения рабочих свойств длительное время, но стоимость его немного выше крахмального (цена 1 кг 0,60 руб.).

Клей на основе Na-КМЦ можно использовать для вставки книжных блоков в коленкоровые переплетные крышки, приклейки

форзацев, иллюстраций и других работ, а также в качестве одного из компонентов клеев смешанного состава.

Наибольшее распространение получил клей из Na-КМЦ и поливинилацетатной или сополимерной дисперсии (сополимер винилацетата с дибутилмалеинатом или винилбутиралем). Состав клея, %:

Na-КМЦ	13
Поливинилацетатная или сополимерная дисперсия	10—12
Вода	77—75

Клей с большим содержанием поливинилацетатной дисперсии рекомендуется для вставки книжных блоков в переплетные крышки из ледерина на машинах. Клей обеспечивает хорошее скрепление форзаца с переплетной крышкой, стабилен в работе и хранении в течение месяца. Клеящая сила 90 Н/м.

Клей при работе на машинах не пенится, достаточно быстро сохнет, не плесневет и легко смывается с деталей машины водой.

## 20.2. Клеящие вещества растительного происхождения

**Крахмальный клей.** Крахмал представляет собой полисахарид с общей эмпирической формулой  $(-C_6H_{10}O_5-)_n$ , где  $n$  — степень полимеризации от 60 до 1000. Крахмал отлагается в клубнях или злаках растений в виде крахмальных зерен, форма которых характерна для каждого растения.

Наиболее часто для изготовления клея используется крахмал, полученный из картофеля, и значительно реже — из кукурузы (маисовый).

Картофельный крахмал вырабатывается трех сортов: высший — белый с кристаллическим блеском, первый — белый порошок, второй — порошок с серым оттенком.

Влажность не должна превышать 20%, зольность, кислотность и другие показатели несколько колеблются в зависимости от сорта.

Крахмал в холодной воде не растворяется, но при нагревании зерна его набухают и при  $t$  66°С (картофельный) и 75°С (маисовый) лопаются, в результате образуется коллоидный раствор — липкий крахмальный клейстер.

Обычно для переплетных работ готовят клейстер при 65—70°С с содержанием 9—10% картофельного крахмала.

Крахмальный клейстер — беловатая полупрозрачная масса, обладает небольшой липкостью и прочностью склейки в среднем 30 Н/м; из-за большого содержания воды клей сохнет длительное время. Клей мало стабилен, вначале при охлаждении вязкость постепенно возрастает в результате образования необратимой трехмерной структуры, а через несколько часов происходит отделение воды, так называемое «отсекание». В атмосфере с повышенной влажностью клей подвержен плесневению.

Для большей стабильности в состав клея добавляют антисептики, чаще всего буру (0,05—0,5%).

Примерный состав крахмального клейстера, %:

Картофельный крахмал	10
Антисептик (бура)	0,05
Вода	89,95

Несомненные преимущества крахмального клейстера — простота и скорость приготовления, способность легко, равномерным слоем наноситься на поверхность, небольшая стоимость (0,47—0,48 руб. за 1 кг сухого крахмала).

Используется картофельный крахмальный клейстер для приклейки форзацев из бумаги массой 1 м<sup>2</sup> до 120 г, иллюстраций, приклейки первой и последней тетрадей на ниткошвейных машинах и других работ, где склеивается бумага или бумага с картоном. Применяется и в качестве добавок к другим клеящим веществам.

Однако учитывая, что крахмал является пищевым продуктом, а клейстер на его основе имеет существенные недостатки, на производстве стараются заменить его синтетическими клеями.

Клей на основе концентрата сульфитно-спиртовой барды. Концентрат является отходом при варке древесной целлюлозы по сульфитному методу, чем и объясняется его небольшая стоимость (0,05 руб. за 1 кг) и возможность получения в неограниченном количестве.

Концентрат сульфитно-спиртовой барды — это смесь многих веществ, но основным компонентом являются кальциевые соли лигносульфоновых кислот.

Концентрат сульфитно-спиртовой барды выпускают в трех видах: жидком (КБЖ), твердом (КБТ) и порошкообразном (КБП). Все концентраты коричневого цвета, хорошо растворяются в воде, образуют клейкие темные растворы. При более глубоком впитывании клея — водного раствора концентрата — на переплетных материалах образуются пятна, поэтому используют его при работе с переплетными материалами только темных тонов.

После высыхания образуется пленка, которая, спустя некоторое время, разрушается, и прочность склейки заметно понижается. В связи с этим концентрат сульфитно-спиртовой барды применяется в смеси с костным клеем, для придания пленке эластичности добавляют хлористый магний (3—5%).

Клей обычно готовят с содержанием 43—57% концентрата сульфитно-спиртовой барды, 5—20% костного клея с добавлением пластификатора, пеногасителя и других добавок. Клей необходимо непрерывно подогревать до 40—50°С.

Он может быть использован при изготовлении крышек типа 5 и 7 из материала темного цвета на крышкоделательных машинах при выпуске массовых изданий.

### 20.3. Клеи животного происхождения

Глютиновый (костный) клей. Костный клей получают в результате длительной варки обезжиренных костей животных с

последующим упариванием бульона до студня. Часть костного клея с содержанием влаги 50—51% поступает в продажу и называется галертой. При высушивании студня до содержания в нем влаги 17% получают плиточный крупно- или мелкодробленый клей.

Сухой клей вырабатывают высшего, первого, второго и третьего сортов. Лучшие из них содержат меньшее количество жира (до 0,3%), рабочие растворы меньше пенятся, поэтому рекомендуется применять клей высшего и первого сортов.

Костный клей — белковое вещество (глютин) — в холодной воде не растворяется, но набухает. При нагревании до 60—70°С образуется вязкий и липкий коллоидный раствор — клей. При охлаждении раствор сильно загустевает и превращается в студень, поэтому при работе его необходимо постоянно подогревать и поддерживать  $t$  40—60°С.

Концентрация сухого костного клея в растворе, в зависимости от его назначения, колеблется от 40 до 60%. Кроме основных компонентов, в клей обязательно вводят добавки: антисептик (бура 0,4—1,0%) для повышения стабильности клея, для получения эластичной пленки — пластификатор (глицерин 0,5—9%); при работе на машинах вводят пеногаситель (терпинеол 0,3—0,6%) для предотвращения образования пены в клеевом растворе.

Костный-клей обладает высокой прочностью склейки (клеящая сила 130—150 Н/м) и липкостью, но низкой стабильностью. Рабочий раствор клея довольно быстро плесневеет и загнивает. Клеевые пленки не термостойки и маловодопрочны. При использовании глютинового клея на механизированных операциях возникают затруднения. Клей требует непрерывного подогрева, при вращении валиков вспенивается. Для высыхания его требуется значительное время, поэтому на ряде предприятий применяются специальные сушильные устройства. Примерный состав костного клея для изготовления цельнокроеных переплетных крышек из коленкора следующие, %:

Костный клей	48,0
Глицерин	1,0
Бура	0,5
Терпинеол	0,9
Вода	49,9

Благодаря высокой липкости и прочности склейки костный клей используют и на других операциях. Кроме того, его вводят в качестве добавки, усиливающей клеящую силу латексного и других клеев.

Например, клеевой раствор с содержанием 38% костного клея используют для заклейки корешка книжного блока, с 60%-ной концентрацией — при изготовлении переплетных крышек типа 7 из ледерина и коленкора с нитропокрытием, для крытья брошюр обложкой и т. д.

Стоимость сухого костного клея — 0,72 руб., а галерты — 0,34 руб. за 1 кг.

В особых случаях может быть использован технический желатин, представляющий собой почти чистый глютин, полученный из отборного сырья при тщательной его очистке.

**Казеиновый клей.** Казеин — органическое вещество сложного строения, получается осаждением ферментом или кислотой из обезжиренного молока с последующим высушиванием. Казеин представляет собой порошок белого или желтоватого цвета с содержанием влаги не более 12% и жира от 1,5 до 3%. При большем содержании влаги казеин покрывается слизью и загнивает, поэтому его следует хранить в сухом проветриваемом помещении.

В воде казеин не растворяется даже при нагревании, а только набухает.

Клеевые растворы готовят при действии щелочи (едкий натр, аммиак, бура) и нагревании до 60°С с последующей нейтрализацией до нейтральной или слабощелочной реакции. Клей обычно содержит, в зависимости от его назначения, от 12 до 27% казеина.

Казеиновый клей бесцветен, с меньшей липкостью, чем костный. При сравнительно небольших концентрациях клей обладает высокой вязкостью, поэтому при работе его подогревают до 30—40°С.

Казеиновый клей имеет примерно следующий состав, %:

Казеин	12,0—14,0
Бура	1,8
Терпинеол	0,5
Вода	85,7—83,7

Применяют казеиновый клей для приклейки форзаца на форзацприклеечном автомате и полуавтомате, заклейки корешка книжных блоков, при крытье брошюр обложкой вручную и в качестве добавки к другим клеям. Стоимость казеина высокая — 1,29—1,61 руб. за 1 кг, поэтому применять его экономически невыгодно. Вообще применение для брошюровочно-переплетных работ клеевых растворов на основе материалов животного и растительного происхождения тормозит рост производительности труда: они требуют длительной сушки, в связи с чем необходимы дополнительные производственные площади или установка сложных сушильных устройств. Кроме того, клеи не могут обеспечить высокого качества продукции, так как из-за хрупких пленок происходит раскол корешка книжного блока, наблюдается плесневение и коробление готовых изданий. Поэтому в ближайшее время эти клеи должны быть полностью заменены клеями на основе синтетических веществ. Это не только даст возможность высвободить пищевые продукты, но и значительно улучшит экономические показатели производства.

Целесообразность использования того или иного клея на разных операциях определяется его технологическими свойствами (табл. 27), но не менее важным фактором является и стоимость клея.

Таблица 27

Клеящая сила и время схватывания некоторых клеев, используемых в полиграфии

Вид клея	Клеящая сила, Н/м	Время схватывания, с
Крахмальный клейстер 6%-ной концентрации	36	500
Костный клей 60%-ной концентрации	100—150	—
Клей на основе латекса СКС-30 ШР и костного клея	300—400	15—30
Поливинилацетатная дисперсия	500	10
Клей на основе Na-КМЦ 12%-ной концентрации	80	500
Клей на основе Na-КМЦ и ПВАД	90—180	60
Клей на основе латекса СКС-30 и казеина	350—500	10—20
Дисперсия сополимера винилацетата с дибутилмалленатом	500	10
Поливинилбутираль	700—800	—
Клей на основе ПФЭ 2/10	700	—

Таблица 28

Нормы расхода некоторых клеящих веществ для заклейки корешков 1000 книжных блоков

Вид клея	Толщина корешка, мм	Книжный блок, сшитый из n-страничных тетрадей	Расход клеящего вещества, г					
			Формат издания и длина корешка блоков, мм					
			84×108/32	60×90/16	84×108/16	60×90/32	60×90/16	84×108/16
			210	225	270	210	225	270
Костный клей 38%-ный	20	16	1470	1575	1890	3633	3893	4671
	30	16	2205	2363	2835	5450	5839	7007
	40	16	2940	3150	2780	7266	7785	9342
	20	32	1722	1845	2214	3990	4275	5130
	30	32	2583	2768	3321	5985	6413	7695
Латекс с казеином аммония	20	16	1596	1710	2052	3360	3600	4320
	30	16	2394	2565	3078	5040	5400	6480
	40	16	3102	3420	4104	6720	7200	8640
ПВА дисперсия 33%-ная	20	16	1470	1575	1890	3066	3285	3942
	30	16	2205	2363	2835	4599	4928	5913
	40	16	2940	3150	3780	6132	6570	7884

При расчете себестоимости полиграфической продукции необходимо не только знать цены, которые указаны при рассмотрении клеящих веществ, но и учитывать расход клея, который определяется многими факторами. Прежде всего, расход клея зависит от его вида, концентрации, площади склеиваемых материалов

(формат и объем продукции), вида оборудования, характера выполняемой работы и т. д.

В качестве примера приведен расход некоторых клеящих веществ при заклеивке корешков книжных блоков (табл. 28). При детальном рассмотрении только одного технологического процесса — заклеивки корешка книжного блока — можно заметить, что расход клея зависит и от свойств бумаги, и от числа сгибов в сшитых тетрадах и др.

## V. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Глава 21.

#### **Материалы для красочных валиков**

##### **21.1. Основные требования к материалам для красочных валиков**

В зависимости от типа печатной машины и характера печатной продукции, применяют красочные валики из различных материалов.

Назначение красочных валиков в печатной машине состоит в том, чтобы раскатать краску, подаваемую из питающей системы, равномерным слоем и накатать ее на форму. В раскатной системе красочные валики чередуются с металлическими цилиндрами. При работе машины краска передается с валика на цилиндр, затем на следующий валик, равномерно распределяясь по всей его поверхности слоем толщиной около 5—7 мкм. Затем краска поступает в накатную группу, состоящую из накатных валиков, которые наносят краску на печатающие элементы формы ровным слоем толщиной 3—4 мкм. От того, каков раскат и накат краски красочными валиками, зависит качество оттиска.

Чтобы обеспечить хороший раскат и накат краски, красочные валики должны иметь следующие свойства:

1. Быть эластичными, чтобы краска наносилась на слегка неровные поверхности раскатных цилиндров и печатающих элементов формы, и после прекращения контакта восстанавливать полностью свою первоначальную цилиндрическую форму. Возникновение остаточных деформаций недопустимо, так как это привело бы к появлению рельефа на поверхности валика.
2. Быть прочными, чтобы не разрушаться в процессе работы.
3. Иметь высокую термостойкость, чтобы не расплавляться в процессе работы.

При работе в результате трения повышается температура, и валики, особенно в летнее время, могут разогреваться до 50—60°С и более, особенно при работе на высокоскоростных печатных машинах. Поэтому на некоторых скоростных офсетных печатных машинах предусматривается охлаждение валиков.

4. Быть устойчивыми к действию печатной краски и различными смывающим веществам: бензину, керосину, спирту и др. Валики должны быть также водонепроницаемыми, т. е. не набухать в воде, так как применяются водные смывки, а в офсетных машинах, кроме того, в раскатную систему может попасть увлажняющий раствор с печатной формы.

5. Иметь строго цилиндрическую форму, чтобы обеспечивать передачу краски по всей поверхности с раскатного валика на металлический цилиндр и с накатного валика на печатную форму.

6. Поверхность валиков должна быть гладкой, ровной.

7. Должны быть, по возможности, недорогими, долговечными и простыми в изготовлении.

Основные рабочие свойства красочных валиков оценивают следующими методами:

1) качество поверхности валика — с помощью профилографа, позволяющего фиксировать величину неровностей;

2) способность валика к деформированию (жесткость) определяют по твердомеру ТИР; метод заключается во вдавлении в испытуемый образец стандартной иглы; твердость выражают в условных единицах;

3) прочность на разрыв характеризуется нагрузкой в Н, при которой происходит разрыв образца толщиной в 2 мм; определяется также удлинение перед разрывом в мм;

4) устойчивость к действию связующих веществ печатных красок и растворителей оценивают по изменению веса образца в % после 24-х ч выдерживания его в исследуемом реактиве.

5) термостойкость характеризуется температурой, при которой образец, нагреваемый в глицерине, начинает плавиться;

6) способность валиков раскатывать и накатывать краску характеризуется коэффициентом восприятия и отдачи по методу ВНИИ полиграфии. Коэффициент восприятия определяют отношением количества краски, перешедшей на 1 см<sup>2</sup> поверхности валика, к количеству краски на передаваемой пластине, а коэффициент отдачи — отношением количества переданной валиком краски на 1 см<sup>2</sup> пластины к количеству краски на валике до наката. Нормальный процесс раската и наката краски происходит, когда коэффициенты восприятия и отдачи близки по значению.

Красочные валики изготовляют из полиуретановой массы, резины и желатино-глицериновой вальцмассы.

## 21.2. Полиуретановые валики

В настоящее время эти валики лучшие по своим рабочим свойствам. Они практически отвечают всем требованиям, предъявляемым к красочным валикам: хорошо раскатывают и накатывают краску, имеют ровную гладкую поверхность, обладают высокой механической прочностью, устойчивы к действию связующих печатных красок и смывочных веществ, влагоустойчивы и термостойки. Они не плавятся даже при  $t$  150°С. Валики обладают высокой эластичностью. Причем они могут быть получены с различными деформационными свойствами: от очень мягких до самых жестких. Полиуретановые валики применяются практически на всех машинах высокой и офсетной печати. Благодаря термостойкости и хорошим рабочим свойствам, их использование позволяет увеличить скорость печатных машин и тем самым повысить их производительность. Они обеспечивают высокое качество наката краски на форму при печатании иллюстрационных высокохудожественных работ. С поверхности полиуретановых валиков легко и полностью смывается краска, это сокращает время на смывку при

переходе с одной краски на другую. Поэтому полиуретановые валики широко используют на многокрасочных машинах. Срок службы валиков — не менее двух лет.

Перечисленные положительные свойства полиуретановых валиков, несмотря на их сравнительно высокую стоимость (5—9 руб. за 1 кг массы), делают эти валики экономически выгодными в работе.

Кроме того, УНИИПП разработал составы полиуретановой массы, которая может подвергаться регенерации, что значительно повышает экономическую эффективность применения полиуретановых валиков.

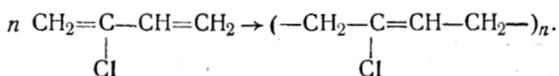
Процесс изготовления валиков состоит в следующем. Вначале синтезируют полиуретановую массу на основе полиэфира и полиизоцианата, а затем готовую полиуретановую массу заливают в отливные формы, предварительно нагретые до 100°С и покрытые изнутри специальной смазкой для предотвращения прилипания валика к форме. Затем отливные формы на 3—4 ч помещают в нагретый до 100°С термостат для полимеризации массы. Валик извлекают из горячей формы, удаляют с его поверхности смазку и после охлаждения подрезают с торцов до нужной рабочей длины.

Полиуретановые валики могут иметь твердость 10—70 ед. по ТИРу, в зависимости от соотношения полиэфира и диизоцианата. Чем больше диизоцианата, тем выше твердость полиуретановой массы. Самыми твердыми делают валики для офсетных машин. Их жесткость по твердомеру ТИР 40—50 ед. Раскатные валики машин высокой печати имеют жесткость 25—30 ед. Накатные валики — самые мягкие — 14—16 ед.

В некоторых типах современных высокоскоростных машин глубокой печати краска наносится на печатную форму не из красочной ванны, а передаточным валиком, который должен обладать высокой стойкостью к толуолу и бензину — главным компонентам связующих красок глубокой печати. Материалом для изготовления таких валиков служит полиуретан, синтезированный на основе полиоксиполиэфиров и диизоцианата в лаборатории типографии газеты «Правда». Валики из этого материала отличаются большой твердостью (до 70 ед. по ТИРу), срок их службы три — пять месяцев при трехсменной работе. В случае механических повреждений отдельных участков полиуретановые валики могут быть реставрированы.

### 21.3. Резиновые валики

Основные марки маслостойкой резины (4974, 520, 4999) для красочных валиков получают из синтетического хлоропренового каучука, являющегося продуктом полимеризации хлоропрена:



В состав резины, кроме хлоропренового каучука, вводят фактис — эластичный материал, получаемый в результате присоединения серы к льняному маслу. От содержания фактиса в смеси зависит мягкость резины: чем больше фактиса, тем мягче резина. Мягчителем может служить и вазелиновое масло. В состав резины входит наполнитель — мел, антистаритель — неозин и пигмент для придания резине окраски.

Хлоропреновый каучук не требует вулканизирующих добавок, например серы. Вулканизация его протекает при нагревании до  $200^{\circ}\text{C}$  за счет имеющихся двойных связей. Этот процесс называется термовулканизацией.

Все компоненты резиновой смеси тщательно перемешивают и пропускают через каландры, из которых выходят пригодные для изготовления красочных валиков листы определенной толщины и ширины.

Процесс изготовления красочных валиков сводится к следующему: стальной стержень промазывают клеем и обматывают нужным числом слоев сырой резины. Толщина всего резинового слоя достигает 8—30 мм. Затем валик бинтуют тканевыми полосами и подвергают вулканизации в специальных котлах при определенных давлении и температуре. В результате мягкий эластичный каучук превращается в упругую резину нужной твердости. В дальнейшем поверхность резинового валика подвергают обработке на шлифовальных станках для выравнивания и доведения его диаметра до определенного размера.

В результате шлифовки нельзя получить валики с совершенно гладкой поверхностью (она шероховатая), что является их существенным недостатком.

Резина марки 4974 — мягкая (твердость по ТИРу 20 ед.) применяется для изготовления раскатных и накатных валиков ротационных машин и раскатных валиков плоскочечатных машин высокой печати. Резина марки 520 — средней жесткости (твердость по ТИРу 25 ед.) применяется для раскатных и накатных валиков газетных ротаций. Резина марки 4999 — жесткая (твердость по ТИРу 38 ед.) применяется для раскатных и накатных валиков офсетных машин.

Резиновые валики абсолютно устойчивы к действию воды, но набухают в связующем печатных красок (олифа, машинное масло) и особенно в смывочных веществах (бензин, керосин). По техническим условиям допускается набухание для резины всех марок: в машинном масле не более 3%, в льняном масле и олифе — не более 2%.

Резиновые валики достаточно термостойки, они сохраняют свои свойства при изменении  $t$  от 18 до  $70^{\circ}\text{C}$ . Срок их службы — два года. Однако резиновые валики требуют систематического ухода, регулярной смывки, так как быстро загрязняются бумажной пылью, которую затем переносят на печатную форму. Кроме того, с шероховатой поверхности резиновых валиков трудно полностью удалить краску. Это осложняет работу при переходе от печатания

более темной краской к более светлой. Ввиду шероховатости поверхности резиновые валики не могут быть использованы при накате краски на формы с высокой линиатурой.

Резиновые валики с гладкой поверхностью могут быть получены отливкой жидкой резиновой массы. Процесс отлива заключается в следующем: подготовленный стержень вставляют в предварительно смазанную машинным маслом литейную форму из полированной стали и медленно вливают в форму жидкую резину, следя за тем, чтобы в нее не попали пузырьки воздуха. Затем производят вулканизацию, после которой готовый валик вынимают из формы, и он может быть сразу установлен в печатную машину. В настоящее время этот способ находится в стадии освоения. Изготовление резиновых валиков способом отливки значительно расширит зону их применения и позволит использовать для наката краски на высоколиниатурные растровые клише.

Наиболее возможные недостатки резиновых валиков: неравномерная гладкость поверхности, отсутствие цилиндричности, непрочное сцепление резинового слоя со стержнем, невозможность вторичной переработки резины.

#### **21.4. Желатино-глицериновые валики**

Эти валики готовят из вальцмассы, основные компоненты которой — желатин и глицерин с небольшим содержанием воды.

Свойства валиков можно регулировать, изменяя соотношение исходных компонентов. В настоящее время для изготовления красочных валиков вырабатывают несколько видов вальцмассы под марками: «средняя» с содержанием 42% желатина, «крепкая» — 56%, «особо крепкая» — 62% желатина.

Отливка вальцмассовых, валиков производится непосредственно в типографиях в специальные металлические формы с полированной внутренней поверхностью.

Желатино-глицериновые валики обладают высокими печатно-техническими свойствами, хорошо раскатывают и накатывают краску на форму, благодаря хорошему упругоэластичным свойствам вальцмассы, имеют зеркально-гладкую поверхность и устойчивы к набуханию в связующих печатных красок и растворителях.

Однако желатино-глицериновая масса отличается низкой теплостойкостью, недостаточной механической прочностью и набухает в воде. При  $t$  40—50°С валики размягчаются и деформируются. Из-за низкой термостойкости они не могут быть применены на скоростных ротационных машинах. В офсетных машинах применение их также невозможно (печатание ведется с увлажнением формы).

Вальцмассные валики могут быть использованы на тихоходных плоскочечатных и тигельных машинах высокой печати, как правило, в зимнее время.

С целью повышения теплостойкости и прочности валиков ВНИИ полиграфии был предложен способ задубливания вальц-

массы формальдегидом. Задубленные желатино-глицериновые валики обладают большей теплостойкостью, температура размягчения их не ниже 70° С, в результате задубливания несколько повышается механическая прочность валиков и устойчивость к ряду органических растворителей, благодаря чему увеличивается их срок службы.

Валики из задубленной вальцмассы могут быть использованы на плоскочечатных машинах высокой печати в качестве раскатных и накатных не только в зимнее, но и в летнее время. Однако несмотря на некоторое улучшение свойств, валики из задубленной вальцмассы обладают все-таки недостаточными механической прочностью, теплостойкостью и не удовлетворяют требованиям современной скоростной печати.

Применение вальцмассных валиков экономически выгодно при печатании малотиражных изданий в небольших типографиях, так как стоимость вальцмассы сравнительно низкая, и ее можно многократно использовать при переливке валиков.

#### 21.5. Техничко-экономические показатели при применении различных материалов для красочных валиков

При оценке экономической эффективности различных материалов для изготовления красочных валиков учитывается качество раската и наката ими красок, срок службы, стоимость, дефицитность материалов и возможность их неоднократного использования в процессе переливки валиков. Учитываются основные свойства материалов: термостойкость; влагопрочность, качество поверхности и т. д., а также целесообразность его использования в соответствии с характером печатной продукции, видом печати, скоростью работы машины. В табл. 29 приведены стоимость и срок службы валиков из различных материалов.

Наиболее перспективными являются полиуретановые валики, характеризующиеся лучшими рабочими свойствами, большим сроком службы и возможностью регенерации полиуретановой массы.

В настоящее время полиуретановые валики изготавливают в типографиях не централизованно, что увеличивает их себестоимость.

Резиновые валики уступают полиуретановым по качеству поверхности и сроку службы, но они значительно дешевле полиуретановых. Освоение процесса получения резиновых валиков с ровной поверхностью методом отливки позволит расширить область их использования.

Техничко-экономическая характеристика валиков

Материал	Срок службы, машино-смен	Стоимость 1 кг, руб.
Резина	250	1,70—1,75
Полиуретан	700	5,0—9,0
Желатино-глицериновая масса:		
незадубленная	8	1,05—1,36
задубленная	60	1,10

Применение полиуретановых валиков не только способствует повышению качества печатной продукции, но дает значительный экономический эффект в результате увеличения эффективности работы оборудования (отсутствуют простои на смывку красочного аппарата) и производительности труда. Дальнейшее повышение эффективности использования в печатных машинах полиуретановых валиков возможно при снижении их стоимости за счет использования более дешевого сырья, организации централизованного изготовления и снабжения ими типографий.

## Глава 22.

### **Смазочные и смывочные материалы**

#### **22.1. Смазочные материалы**

Развитие полиграфической техники характеризуется повышением скорости работы наборных, печатных и брошюровочно-переплетных машин, а также внедрением автоматов, благодаря которым автоматизируются трудоемкие процессы. Для обеспечения нормальной работы оборудования необходимо между трущимися частями вводить смазочные вещества.

Смазка обеспечивает производительную работу оборудования и его сохранность в течение более продолжительного времени эксплуатации, предотвращает его аварии, понижает расход электроэнергии. Основное назначение смазки деталей оборудования: а) уменьшение трения, износа деталей, снижение потери мощности на трение; б) отвод от рабочих деталей теплоты, развивающейся за счет трения; в) защита от коррозии, вызываемой совместным действием кислорода воздуха и влаги; г) промывка поверхности трущихся деталей и удаление из сферы трения загрязняющих веществ, способствующих нагарообразованию и износу деталей.

Для смазки применяют минеральные масла, которые получают при перегонке мазута (остаток после прямой перегонки нефти) на вакуумных установках. В зависимости от температуры кипения получают фракции масел с различными свойствами.

Масла характеризуются вязкостью, плотностью, способностью к эмульгированию, вспениванию, совместимостью с присадками (добавки) и др.

При смазке большую роль играет количество смазывающего материала, оно должно быть достаточным, чтобы трущиеся поверхности деталей были разделены сплошным слоем жидкости (жидкостное трение). В этом случае коэффициент трения уменьшается во много раз, по сравнению с коэффициентом трения без смазки (сухое трение).

При выборе смазки следует учитывать конструкцию трущихся частей, скорость их движения, удельные нагрузки, род металла, температурные условия работы механизма и др.

Обычно при выборе смазывающего материала приходится учитывать два противоположных требования. С одной стороны, для наименьшей потери силы на внутреннее сопротивление желательнее применять масло менее вязкое; с другой стороны, чтобы масло не выдавливалось и обеспечивало жидкую смазку, оно должно быть достаточно вязким. Поэтому находят оптимальный вариант на основании расчетов и проверки на практике.

Правильно подобранная смазка не только повышает сроки службы узлов трения и сокращает простои, связанные с ремонтом оборудования, но и улучшает условия труда, так как снижает вибрацию и шум.

В полиграфической промышленности используют различные смазочные масла и консистентные смазки. Масла подразделяются на три группы: 1) легкие, 2) средние, 3) тяжелые.

В группу **легких** масел входят хорошо очищенные масла: велосит, вазелиновое, соляровое, швейное и др.

Легкие масла характеризуются вязкостью  $1,3—1,8 E_{50}^0$  по Энглеру\*, отсутствием механических примесей и температурой застывания  $-20, -60^{\circ}C$ .

Эти масла применяют для смазки точных механизмов, работающих с малой нагрузкой и большой скоростью, например, различных контрольно-измерительных приборов, механизмов буквоотливных машин — клавиатурного и отливного аппаратов.

**Средние** (индустриальные) масла: индустриальное 12 (веретенное 2), индустриальное 20 (веретенное 3), индустриальное 30 (машинное Л), индустриальное 45 (машинное С), индустриальное 50 (машинное СУ) и др.

Вязкость этих масел колеблется в пределах  $2,0—7,5 E_{50}^0$ . Температура застывания  $-10^{\circ}, -30^{\circ}C$ .

Средние масла широко применяют в полиграфической промышленности, в особенности индустриальные масла 30, 45, 50.

Индустриальным маслом 30 (машинное Л) смазывают части, работающие при средних нагрузках и нормальных условиях, например, подшипники приводных валов плоскопечатных машин, подшипники кассетных фальцевальных и резальных машин и др. Индустриальное масло 30 применяют для смазки большинства механизмов: строкоотливных наборных машин, корректурных станков, матричных прессов, стереотипно-отделочных станков, всех видов печатных машин и оборудования брошюровочных и переплетных цехов.

Индустриальное масло 45 (машинное С) используют для смазки механизмов, работающих с большой нагрузкой, таких, как подшипники печатных цилиндров, подшипники привода резальных машин, ползуны талера.

\* Вязкость в градусах Энглера (условный показатель) определяют отношением времени истечения через стандартное отверстие  $200 \text{ см}^3$  испытуемой жидкости ко времени истечения того же количества воды.

Индустриальное масло 50 (машинное СУ) применяют для смазывания тяжелых механизмов, которые работают при больших нагрузках и при малых скоростях, а также в том случае, когда механизм часто останавливается и вновь запускается. В полиграфии машинное масло 50 можно рекомендовать для смазки подшипников карданного вала плоскочечатных машин, роликовых опор талера, кулачковых механизмов и т. д.

Из тяжелых индустриальных масел в полиграфии используют цилиндрическое масло и компрессорное.

Цилиндрическое масло 2 применяют для смазывания стереотипных автоматических отливных аппаратов и других механизмов, работающих с большой нагрузкой и малой скоростью.

Компрессорное масло применяют для смазки пневматических самонакладов и заливки компрессоров в машинах глубокой печати.

Консистентные смазки, представляющие собой коллоидную систему, состоящую из загустителя и минерального масла, также широко используют в полиграфии. Вырабатывается много различных консистентных смазок, которые подразделяются, в зависимости от загустителя, на две группы:

1) смазки, содержащие в качестве загустителя петролатум\*, парафин, церезин или воск; 2) смазки с мыльными загустителями (кальциевые, натриевые, алюминиевые соли жирных, смоляных или синтетических кислот).

Консистентные смазки используют в случае, когда жидкая смазка не удерживается между смазываемыми частями, для предохранения от различных загрязнений, главным образом пыли с абразивными свойствами, и в том случае, когда подача жидкого масла затруднена.

К низкоплавким консистентным смазкам относится универсальная смазка УНЗ, которую используют как предохранительную от коррозии и как антифрикционную.

Технический вазелин (универсальная низкоплавкая смазка УН), который мало отличается по своим свойствам от смазки УНЗ, применяют для тех же целей (как антифрикционную смазку деталей клавиатурного аппарата буквоотливных наборных машин, и для предохранения металлических частей от коррозии при длительном хранении).

Почти все среднеплавкие смазки изготовляют с загустителями. Их называют солидолом или тавотом.

Смазки содержат в качестве загустителя 11—18% кальциевого мыла, растительных, смоляных или синтетических жирных кислот и 80—85% минерального масла (машинное или веретенное).

Солидолы (тавоты) обладают достаточной водостойкостью, поэтому могут применяться в условиях высокой влажности при температуре не выше 85° С.

\* Петролатум является смесью парафинов и церезинов с высококипящим хорошо очищенным маслом.

Таблица 30

Нормы расходования смазочных материалов при работе оборудования в течение одного месяца в одну смену

Наименование оборудования	Смазочные материалы	
	машинное масло, кг	солидол (тавот), кг
Строкоотливная наборная машина	0,2	—
Корректурный станок	0,3	—
Книжно-журнальная ротация	6,2	2,1
Плоскопечатная машина	15,8	0,7
Компрессор к машине глубокой печати	3,6	—
Машина глубокой печати	5,1	1,7
Резальные одноножевые машины типа БР-7	0,7	0,3
Резальные трехножевые машины ТБР, ЗТР	5,2	0,7
Фальцевальная ножевая машина	1,5	0,2
Фальцевальная кассетная машина	2,0	0,3
Ниткошвейная машина НШ-2	1,2	0,2
Блокообрабатывающий агрегат БТГ и БО	12,0	0,5
Крышкоделательная машина КД	10,0	0,7
Книговставочная машина типа «Родас»	2,0	0,2

Наиболее часто используют универсальный солидол марок УС-1, УС-2, УС-3 и «Литол». Солидолом смазывают детали корректурных станков, всех печатных машин и брошюровочно-переплетного оборудования.

В качестве примера в табл. 30 приведены нормы расходования смазочных материалов для некоторых видов полиграфического оборудования.

## 2.2.2. Смывочные материалы

Эффективность смывающего вещества зависит от его способности растворять те продукты, которые следует удалить. В большинстве случаев для этого в полиграфической промышленности используют органические растворители. Их растворяющая способность зависит от степени сродства их к смолам, маслам и другим удаляемым веществам.

Например, хорошо растворяются такие вещества, полярность которых близка к полярности растворителя и которые содержат родственные с растворителем функциональные группы. Фенолформальдегиды, эпоксидные смолы, касторовое масло, имеющие гидроксильные группы, хорошо растворяются в спиртах, содержа-

щих также гидроксильные группы, а слабополярные вещества — жиры, битумы, некоторые смолы — растворяются в углеводородах — бензине, уайт-спирите и других малополярных жидкостях.

К органическим растворителям, применяемым в качестве смывок, кроме основного требования — хорошо растворять те или иные вещества, предъявляются и другие. Растворители должны обладать умеренной скоростью испарения и, по возможности, испаряться без остатка, не оказывать вредного влияния на организм человека, быть дешевыми, не огнеопасными, не изменять своих свойств при хранении и не вступать в реакции с материалами печатных форм, красочных валиков.

Наиболее важные характеристики, определяющие применение растворителей в полиграфии, — их растворяющая способность, скорость испарения, огнеопасность и токсичность.

О растворяющей способности можно судить по его качественным показателям и указаниям в специальных таблицах растворяющей способности в отношении конкретного вещества.

Скорость испарения характеризуется коэффициентом, который указывает, во сколько раз конкретный растворитель испаряется медленнее этилового эфира, скорость испарения которого принята за единицу.

Огнеопасность определяется температурой кипения. Чем выше температура начала кипения растворителя, тем он менее огнеопасен.

Токсичность растворителя характеризуется установленными концентрациями паров (в мг) в 1 л воздуха, у менее токсичных растворителей допустимая концентрация выше.

В полиграфическом производстве используют различные смывочные вещества.

Бензин применяется для чистки матриц буквоотливных и строкоотливных наборных машин, клавиатурного аппарата буквоотливной машины и др. Для смывки форм на плоскочечатных машинах применяют авиационный бензин марки Б-70.

Бензин — прозрачная, светлая, легколетучая жидкость со специфическим запахом. Кипение бензина начинается при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  и заканчивается при  $145\text{—}180^{\circ}\text{C}$ ; бензин огнеопасен.

Предельная допустимая концентрация паров бензина в воздухе —  $0,3\text{ мг/л}$ .

Уайт-спирит — тяжелый бензин, который начинает выкипать при  $t\ 165^{\circ}\text{C}$  и заканчивает — при  $200^{\circ}\text{C}$ , применяют в полиграфии для изготовления связующих веществ и для смывки. Уайт-спиритом смывают краску с текстовых форм при получении корректурных оттисков, а также резинотканевые пластины, которые при смывке уайт-спиритом не теряют эластичности и не образуют твердого поверхностного слоя.

Керосин осветительный — фракция прямой перегонки нефти с температурой кипения  $110\text{—}315^{\circ}\text{C}$ .

Осветительный керосин — почти бесцветная или желтоватая с синеватым оттенком жидкость, широко используется для смывки

печатных форм высокой печати, чистки наборных, печатных и брошюровочно-переплетных машин, а также для смывки красочных аппаратов в машинах высокой и офсетной печати.

Осветительный керосин может заменить уайт-спирит при смывке офсетных резинотканевых пластин.

Этиловый спирт получают в результате брожения сахаристых или крахмалосодержащих продуктов, но для технических целей в полиграфии используют гидролизный спирт, получаемый из древесины.

Спирт содержит около 2% метанола, поэтому ядовит и используется только для технических целей.

Температура кипения спирта — 78—80° С, коэффициент испарения — 8,3, допустимая концентрация паров в воздухе — 1,0 мг/л.

Гидролизный этиловый спирт высшей очистки используют для смывки клише, приклеенных липкой лентой.

Спиртом протирают стекла копировальных рам, стеклянные растры и др.

Скипидар, или терпентиновое масло, получают при перегонке живицы, которую собирают с хвойных деревьев или из отходов сосновой древесины. Скипидар — легкоподвижная, прозрачная жидкость с характерным запахом и температурой кипения 155—180° С. Это медленнолетучий растворитель, коэффициент испарения 170, допустимая концентрация паров в воздухе — 0,3 мг/л.

Применяется скипидар для смывки печатных офсетных форм при пробном печатании, а также для смывки форм на машине.

Таблица 31

Нормы расходования смывочных материалов при работе оборудования в течение одного месяца в одну смену

Оборудование и назначение	Смывочные материалы	Количество, мл
Буквоотливная наборная машина (чистка матриц)	Бензин Б-70	150
	Керосин	200
Строкоотливная наборная машина (чистка матриц)	Бензин Б-70	1 500
	Керосин	1 000
Буквоотливная наборная машина (чистка клавиатурного и отливного аппаратов)	Бензин Б-70	80
	Керосин	840
Корректурный станок (чистка)	"	15 720
Плоскопечатная машина (чистка)	"	10 272
Газетная ротационная машина (чистка)	"	8 400
Офсетная печатная машина (смывка резинотканевой пластины на одну машиносекцию)	Уайт-спирит	6 000
	Керосин	6 000
	Спирт	1 200
Резальная трехножевая машина типа БР-7 (чистка)	Керосин	500
Резальная трехножевая машина типа ТБР, 2ТР (чистка)	"	700
Фальцевальная машина кассетная (чистка)	"	1 000
Ниткошвейная машина НШ-2 (чистка)	"	500
Блокообрабатывающий агрегат БТГ и БЗР (чистка)	"	4 000

**В** целях оздоровления условий труда в цехах и охраны окружающей среды в последнее время используют эмульсионные и другие смывки, не содержащие летучих органических веществ. Так, для смывки офсетных и типографских красочных валиков рекомендуется эмульсия состава: керосин 52%, олеиновая кислота 7%, аммиак 3%, вода 38%. Для смывки форм рекомендуется мыльная смесь на основе алкилсульфата. Смывка не содержит летучего растворителя и не огнеопасна.

В табл. 31 приведены некоторые нормы расходования смывочных материалов.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### Азопигменты 70

- Акклиматизация бумаги 39
- Алкидные смолы 79, 84, 119, 121, 124, 127, 129
- Алюминиевые порошки 74, 187, 188
- Антиоксиданты 85
- Антисептик 199, 200
- Аппретирование 176, 177
- Ахроматические цвета 99, 100

### Бакелитовый лак 162

- Балансы 11
- Бензин 214, 215
- Битум лаковый 78, 80, 87, 118, 120
- Бисерная мельница 95, 96
- Бронзовые порошки 74
- Бумага афишная 63
  - билетная 64
  - газетная 51, 56
  - глазированная 21, 48, 49
  - для глубокой печати 58, 59
  - для оклейки корешков книжных блоков 175
    - отставов 175
    - суперобложек 175
  - картографическая 56, 57
  - мелованная 60, 62, 63
  - обложечная 174
  - основа для мелования 22, 60
  - офсетная 53, 54, 55
  - переплетная 172, 173, 174
  - типографская
  - тонкая для словарей 49, 50
  - свойства 22—43
  - белизна 40
  - влажность 38, 39
  - впитывающая способность 37
  - гладкость 30, 31, 43, 47, 52, 55, 58
  - деформационные свойства 34, 35
  - зольность 17, 47, 48, 50, 52, 54, 57
  - масса 1 М<sup>2</sup> 24, 25, 47, 48, 50, 52, 55, 57
  - непрозрачность 42, 43
  - толщина 24, 25
  - оптические 40—43
  - плотность 29
  - пористость 29
  - прочность на разрыв 32
  - прочность на излом 33
  - эластичность 35
- Бумажная масса 15
- Бумагоделательная машина 19
- Бутилацетат 81, 142

### В

Вазелиновое масло 211

Веретенное масло 211

Винипласт 157, 164

Винол 65

Волокнистые полуфабрикаты 8,9

— древесная масса 10—12

— белая 11

— беленая 14, 59

— бурая 11

— химическая 12

— термомеханическая 12

— древесная целлюлоза 9

— сульфатная 10, 48, 50, 53

— сульфитная 9, 48, 50

Водородные связи 7, 39

Вспомогательные вещества для красок 131—133

Высокомолекулярные соединения 15—153

— гетероцепные 154

— карбоцепные 153

— линейные 154, 155

— пространственные 154, 156

— природные 151

— разветвленные 154, 155

Высокомолекулярные соединения разветвленные 154, 155

— синтетические 151

— сополимеры 153

— термопластичные 155, 160, 164

— терморезистивные 155, 163

— термостабильные 156

Галерта 200

Гауч-вал 19

Глицерин 81, 194, 200

### Д

Декапированное (полимеризованное) льняное масло 84, 119, 132

Дефибрер 11

Дибутилфталат 81, 139

Дивинил 166

Диспергирование пигмента 95—97

Древесная масса дефибрерная 11

— рафинерная 11

### Ж

Желатин 201, 208

Жесткость бумаги, ткани 35, 176

Загустители смазок 212

Закрепление связующих 75—77

### И

Избирательное поглощение 70, 100, 102, 103

- Индулин 118  
 Индустриальное масло 211  
 Инкрустирующие вещества 6  
 Истинно-вязкие жидкости 109
- Каландр 19, 21  
 Канифоль 18, 78  
 Каолин 17, 21, 60  
 Капрон 183  
 Капитал 183  
 Картон переплетный 171  
 — матричный 161, 162
- Каучук бутадиеновый  
 — хлоропеновый 206, 207  
 Керосиновые фракции 81, 82, 90, 93, 129, 140  
 Классификация бумаги 43—45  
 — красок 116, 117, 137, 138  
 Клеящие вещества, виды 189, 190  
 Клей глютиновый (костный) 199—201  
 — казеиновый 201  
 — растительного происхождения (крахмальный) 198  
 — на основе концентрата сульфитно-спиртовой барды 199  
 Клей синтетические 191  
 Клей латексный 193, 194  
 — метилолполиамидный 196  
 — на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы 197, 198  
 — перхлорвинила 195  
 — поливинилацетата 192, 193  
 — поливинилбутираля 195  
 — поливинилового спирта 195  
 Клей, свойства 202  
 Коагуляционная структура ПО  
 Коленкор переплетный 176, 177  
 — «модерн» 177  
 — «модерн» с латексным покрытием
- Коническая мельница 16  
 Консистентные смазки 212  
 Коэффициент полимеризации 7  
 — преломления 105  
 — вязкости 109, 112  
 Красочные валики, виды 205—208  
 — желатино-глицериновые 208  
 — полиуретановые 205, 209, 210  
 — резиновые 206, 210  
 —, свойства 204, 205  
 Краски, виды 117  
 — для глубокой печати водоразбавляемые 137  
 — для печатания на непьютывающей поверхности 141—144  
 — цветные 136  
 Краски для глубокой печати черные 135, 136  
 — офсетные 124—126 ✓  
 — газетные 126, 127  
 — для листовых офсетных машин
- глянецовые 130  
 — картографические 131  
 — для малых офсетных машин типа «Ротапринт» 131  
 — для листовых машин триадные 129, 130  
 — для листовых печатных машин цветные 128, 129  
 — для листовых печатных машин черные 128, 129  
 — для печатания книжно-журнальной продукции 127, 128  
 — пастельные 131  
 — для печати на металлах 143, 144  
 — для высокой печати (типографские) 117  
 — газетные 119  
 — газетные черные 117, 118  
 — для книжно-журнальных ротационных машин 119  
 — с сушильными устройствами 120  
 — для печатания на плоскочетных машинах глянецовые 123  
 — переплетные 124  
 — для высокой печати триадные 122, 123  
 — цветные 121  
 — черные 120  
 — для трафаретной печати 139, 140  
 — флуоресцентные 141  
 — флексографские 138, 139  
 — производство 95—98  
 Красители основные 70, 72  
 — с кислотным характером 70, 71  
 Красочные лаки 71, 72  
 Красящие вещества 68, 69  
 Критическое состояние связующего 91  
 Краски, свойства 98  
 — глянец 106, 107  
 — вязкость 109—112  
 — вязкость постоянная максимальная 111—113  
 — — — минимальная 111—113  
 — интенсивность 104, 105  
 — — липкость 114  
 — плотность 115  
 — прозрачность 105, 106  
 — пыление 113, 118  
 — реологические 109—113  
 — степень перетира 115  
 — светостойкость 107, 108  
 — стойкость к растворителям и реактивам 108, 109  
 —, цветовые характеристики 99—103
- Л  
 Лавсан 65  
 Лак нитроцеллюлозный 177, 178  
 — перхлорвиниловый 101, 102, 195  
 — полиамидный 180  
 — спиртовой 184, 185

Латекс 19,3, 194, 202  
Ледерин на бумаге 180  
— на ткани 178  
Лигнин 6, 9  
Льняное масло 82, 84

## М

Малекулярная масса 153, 155  
Марля полиграфическая 182  
Масло смазочное легкое 211  
— среднее 211  
— тяжелое 212  
— — цилиндрическое 212  
Матричный картон 161  
Меловальная суспензия 22, 60

## И

Наполнители 17, 18  
Насыщенность цвета 101, 102  
Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы 138, 198  
Натронно-канифольное мыло 194  
Нитки хлопчатобумажные 183  
— капроновые 183  
Нитроцеллюлоза 177  
Нормы расхода клеящих веществ 202  
Нормы расхода смазочных материалов  
— смывочных материалов

## О

Олифа натуральная льняная 84, 132, 144  
Оптически отбеливающие вещества (флуоресцирующие) 19  
Отбеливание древесной массы 14  
— древесной целлюлозы  
Отлив бумаги 19, 20  
Офсетная резинотканевая пластина 55, 169

## П

Паста 10—8, 10—9, 132  
Паста «Нефтегаз-4» 132  
Пеногаситель ПМС-200 135  
Пенопласты 158  
Переплетный материал с нитроцеллюлозным покрытием 177, 178  
— с открытой фактурой 178, 179  
Переменная вязкость 111, 112  
Перхлорвинил 195  
Пигменты 68  
— неорганические: гидрат окиси алюминия 73  
— металлические 74  
— милорн 74  
— окись цинка 73  
— титановые белила 73  
— органические 69  
— голубой фталоцианиновый 72  
— желтый светопрочный 72

— алый 70  
—, свойства 69  
Пластические массы 156, 159  
Пластикат 164  
Пленка лавсановая 186  
— полипропиленовая 186  
Подцветка 118, 120, 136  
Полимеры (высокомолекулярные соединения) 150, 154  
Полиамид 164  
Поливинилбутираль 195, 202  
Поливиниловый спирт 169  
Поливинилацетат 169  
Полиметилметакрилат 165  
Поликонденсация 153, 162  
Полихлорвинил (поливинилхлорид) 152, 163  
Полимеризация 152  
Полистирол 159  
Полиуретан 205  
Полиэтилен 154, 155  
Поропласты 158  
Прессшпан 172  
Проволока 183  
Прочность склейки 190, 202

## Р

Разбавитель Р-51 132  
Размол 16  
Растворители летучие 81  
— нелетучие 81  
— медленнолетучие 81  
— среднелетучие 81  
Растворяющая способность 80, 82, 91  
Резолы 162  
Резиты 162  
Резина 206, 207

## С

Сажа 74  
— антраценовая ДМГ-105 75, 127, 128  
— газовая канальная 75, 118, 120, 136  
— печная 75, 136  
Связующие 75  
— впитывающиеся 86, 87, 118, 119  
— закрепляющиеся в результате испарения растворителя 88—90, 133, 136  
— комбинированные 94, 95  
— ускоренно закрепляющиеся 91—93  
— термопластичные 94  
— химически пленкообразующие 82—84  
—, классификация 76  
Сиккативы 84, 85, 129, 132  
Смазочные материалы 210—213  
Смолы (пленкообразователи) 77  
Смола ПЭМАК 78  
Смола ЭЛКАН (Пенталин «К») 78  
— резинат кальция 78  
— продукт переработки феноло-фор-

мальдегидной смолы (марок РЛ, СФ) 78, 79  
Смывочные материалы 213—215  
Скорость испарения 81  
Сополимеризация 152  
Сополимер стирола с акрилонитрилом (АТ) 160  
Спектральные кривые красок 100, 103  
Статическое электричество 39  
Субстрат 71  
Суперкаландр 21  
Субтрактивный способ получения цветов 102, 103

## Т

Температура плавления (каплепадения) 78  
Термоклей 196  
Терпинеол 194, 200, 201  
Тиксотропия 80, 111  
Ткани переплетные 175, 177  
Триацетатная пленка 186  
Токсичность 214  
Трехзональная система цвета 102

## У

Уайт-спирит 81, 140, 214, 215  
Универсальная смазка 212  
Универсальный солидол 213  
Упругая деформация (упругость) 34, 35

## Ф

Фактис 207  
Фенопласт 162  
Фенолоформальдегидные смолы 78, 79,

90, 121, 129  
Фибриды 65  
Фибриллы 8, 16  
Фольга цветная 186, 187, 189  
— металлизированная 187  
— «Юбилейная» 188, 189  
Фотополимеры 167, 168

## Х

Хлопок 7, 8, 13

Хроматические цвета 100—103

## Ц

Цветовой охват 104  
Цветовой тон 100, 101  
Целлюлоза 6—9  
—, свойства  
—, строение 7  
Церезин 132, 212  
Циклогексан 195  
Циклокаучук 79, 136

## Ч

Число разбавления 91

## Ш

Шаровая мельница 97, 98  
Шеллачный лак 89, 138, 139  
Шрифты из пластмассы 159, 160

## Э

Эластическая деформация (эластичность) 35, 36  
Эмульгирование краски 125, 126  
Этилцеллозолвь 81

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
I. Бумага	5
Глава 1.	
Сырье и полуфабрикаты для производства бумаги	6
Целлюлоза—основной материал для изготовления бумаги . . .	6
1.2. Основные полуфабрикаты для производства бумаги	8
1.2.1. Древесная целлюлоза	9
1.2.2. Древесная масса	10
1.2.3. Полуцеллюлоза	13
1.2.4. Другие виды целлюлозных волокон	13
1.2.5. Отбелка полуфабрикатов	13
1.2.6. Нецеллюлозные волокна .	14
Глава 2.	
Производство бумаги	15
2.1. Приготовление бумажной массы	15
2.1. Введение наполнителей	17
2.1.1. Введение проклеивающих ВЕЩЕСТВ	18
2.1.3. Введение подцветки	18
2.2. Отлив бумаги	19
2.3. Отделка бумаги	21
Глава 3.	
Свойства бумаги для печати	22
3.1. Размерные показатели бумаги	24
3.2. Структура бумаги	29
3.3. Характеристика поверхности бумаги	30
3.4. Механические свойства бумаги	31
3.4.1. Прочностные свойства	32
3.4.2. Деформационные свойства	34
3.5. Впитывающая способность бумаги	37
3.6. Оптические свойства бумаги	40
Глава 4.	
Виды бумаги для печати	43
4.1. Классификация бумаги и требования к ней	43
4.2. Типографская бумага	46
4.2.1. Тонкая типографская бумага	49
4.2.2. Газетная типографская бумага	51
4.3. Офсетная бумага	53
4.3.1. Офсетная бумага для печатания газет	56
4.3.2. Картографическая бумага	56
4.4. Бумага для глубокой печати	58
4.5. Бумага с покровным пигментным слоем (мелованная)	60
4.5.1. Бумага мелованная офсетная книжно-журнальная . . . .	63
4.6. Бумага специального назначения	63
4.7. Бумага из синтетических волокон	64
4.8. Перспективы развития производства бумаги для печати . . . .	66

II. Печатные краски	68
v	
Глава 5.	
Пигменты	68
5.1. Органические пигменты и красочные лаки	69
5.2. Флуоресцентные красочные лаки	72
5.3. Неорганические пигменты	72
5.4. Черный пигмент — сажа	74
Глава 6.	
Связующие	75
6.1. Основные компоненты связующих веществ	77
6.1.1. Пленкообразователи (смолы)	77
6.1.2. Растворители	80
6.2. Химически пленкообразующие связующие (первая группа)	82
6.3. Впитывающиеся связующие (вторая группа)	86
6.4. Связующие, закрепляющиеся в результате испарения растворителя (третья группа)	88
6.5. Связующие, ускоренно закрепляющиеся при отделении комбинированного (хорошего и плохого) растворителя (четвертая группа)	91
6.6. Прочие связующие	94
Глава 7.	
Производство печатных красок	95
7.1. Изготовление черных ротационных газетных красок	95
7.2. Изготовление густых типографских и офсетных красок	96
7.3. Производство красок, содержащих летучие растворители	97
Глава 8.	
Свойства печатных красок	98
✓ 8.1. Оптические свойства печатных красок	99
8.1.1. Цветовые характеристики красок	99
8.1.2. Интенсивность красок	104
8.1.3. Прозрачность красок	105
8.1.4. Глянец красок	106
8.1.5. Светостойкость красок на оттиске	107
8.1.6. Стойкость красок к растворителям и реактивам	108
✓ 8.2. Реологические свойства красок	109
✓ 8.3. Липкость красок	114
8.4. Степень перетира красок	115
8.5. Плотность красок	115
Глава 9.	
Классификация печатных красок	116
Глава 10.	
Краски типографские (для высокой печати)	117
10.1. Газетные краски	117
10.2. Краски для книжно-журнальных ротационных машин	119
10.3. Краски для печатания на плоскочечатных машинах	120
* 10.4. Переpletные краски	124
Глава 11.	
Краски для офсетной печати	124
11.1. Газетные офсетные КРАСКИ	126
11.2. Офсетные краски для печатания книжно-журнальной продукции на ротационных машинах	127
11.3. Офсетные краски для листовых печатных машин	128
11.4. Офсетные краски для печатания на малых офсетных машинах типа «Ротапринт»	131
✓ 11.5. Вспомогательные средства	131

<b>Глава 12.</b>	
Краски для глубокой печати	133
<b>Глава 13.</b>	
Краски для специальных видов печати, для офсетной и глубокой печати на невпитывающих материалах	137
13.1. Краски для специальных видов печати	138
13.2. Краски глубокой и офсетной печати для печатания на невпитывающих материалах	141
<b>Глава 14.</b>	
Перспективы развития производства печатных красок и экономические факторы при использовании их	144
14.1. Перспективы развития производства красок	146
14.2. Экономические факторы при использовании красок	
<b>III. Полимерные материалы</b>	<b>150</b>
<b>Глава 15.</b>	
Строение и свойства высокомолекулярных соединений	150
15.1. Общая характеристика высокомолекулярных соединений	150
15.2. Строение и свойства полимеров	154
<b>Глава 16.</b>	
Пластические массы	156
16.1. Состав и свойства пластических масс	156
<b>Глава 17.</b>	
Полимеры и пластмассы для печатных форм	159
17.1. Типографские шрифты и пробельный материал	159
17.2. Полимеры для изготовления матриц	161
17.3. Пластмассовые стереотипы	163
17.4. Полимеры и пластмассы для клише	167
17.5. Полимеры для матричного настила, декельного материала и офсетных резинотканевых пластин	169
<b>IV. Переплетные и отделочные материалы</b>	<b>171</b>
<b>Глава 18.</b>	
Переплетные материалы	171
18.1. Картон	171
18.2. Переплетная бумага	172
18.3. Переплетные материалы на ткани	175
18.4. Переплетные материалы на нетканой основе	179
18.5. Переплетные материалы на бумажной основе	180
18.6. Переплетные материалы с клеевым изнаночным покрытием	182
18.7. Материалы для упрочнения корешка книжного блока	182
<b>Глава 19.</b>	
Отделочные материалы	184
19.1. Материалы для облагораживания печатной продукции	184
19.1.1. Лаки	184
19.1.2. Пленки для припрессовки к оттискам	185
19.2. Материалы для тиснения	186
<b>Глава 20.</b>	
Клеящие вещества	189
20.1. Синтетические клеящие вещества	191
20.2. Клеящие вещества растительного происхождения	198
20.3. Клеи животного происхождения	199
<b>V. Вспомогательные материалы</b>	<b>204</b>
<b>Глава 21.</b>	
Материалы для красочных валиков	204

21.1. Основные требования к материалам для красочных валиков . . .	204
21.2. Полиуретановые валики . . . . .	205
21.3. Резиновые валики . . . . .	206
21.4. Желатино-глицериновые ВАЛИКИ . . . . .	208
21.5. Техничко-экономические показатели при применении различных материалов для красочных валиков . . . . .	209
<b>Глава 22.</b>	
<b>Смазочные и смывочные материалы . . . . .</b>	<b>210</b>
22.1. Смазочные материалы . . . . .	210
22.2. Смывочные материалы . . . . .	213
<b>Предметный указатель . . . . .</b>	<b>217</b>

Тамара Ивановна Гудкова  
 Людмила Александровна Загаринская

ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
 И Б № 866

Редактор Т. В. Эмдина  
 Художник С. Д. Алексеев  
 Художественный редактор Н. Д. Карандашов  
 Технический редактор А. З. Коган  
 Корректор Л. В. Емельянова

Сдано в набор 01.07.81. Подписано в печать 12.01.82 А-00511.  
 Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная.  
 Высокая печать. Усл. печ. л. 14,0. Усл. кр.-отт. 14,0. Уч.-изд. л. 16,00.  
 Тираж 10 000 экз. Заказ № 1988. Изд. № 3156. Цена 90 к.

Издательство «Книга», 103009, Москва, ул. Неждановой, 8/10  
 Московская типография № 8 Союзполиграфпрома  
 при Государственном комитете СССР  
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,  
 101898, Москва, Хохловский Пер., 7.