

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Московский государственный университет печати

**В.И. Бобров, Л.Ю. Сенаторов**

# **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Учебное пособие*

Допущено УМО по образованию в области полиграфии  
и книжного дела для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальностям:

261202 «Технология полиграфического производства» и  
261201 «Технология и дизайн упаковочного производства»

Москва  
2008

УДК 686.1.02

ББК 37.88

Б72

Р е ц е н з е н т ы :

*С.Г. Маркова*, кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологии послепечатных процессов  
и упаковочного производства МГУП;

*Ю.А. Муратов*, кандидат технических наук, доцент, заместитель  
генерального директора фирмы «АВТ ПОЛИГРАФ ЛТД»

**Бобров В.И., Сенаторов Л.Ю.**

Б72    Технология и оборудование отделочных процессов: учеб. пособие / В.И. Бобров, Л.Ю. Сенаторов; — М.: МГУП, 2008. — 434 с.

ISBN 978-5-8122-0981-3

В учебном пособии приведены основные понятия, терминология и способы технологии отделочных процессов на полиграфических и упаковочных материалах. Рассмотрены теоретические и практические методы отделки продукции, типы операций, материалы, технологическое оборудование и оснастка, применяемые на производстве.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 261202 «Технология полиграфического производства» и 261201 «Технология и дизайн упаковочного производства». Может быть полезно для студентов других направлений, изучающих отделочные процессы, а также для инженерно-технических работников полиграфических предприятий и издательств.

УДК 686.1.02

ББК 37.88

ISBN 978-5-8122-0981-3

© Бобров В.И.,

Сенаторов Л.Ю., 2008

© Московский государственный  
университет печати, 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. НАЗНАЧЕНИЕ, ВИДЫ И СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ И УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	8
1.1. Назначение отделки полиграфической и упаковочной продукции.....	8
1.2. Виды декоративно-оформительской отделки полиграфической и упаковочной продукции и способы их получения.....	9
Контрольные вопросы.....	16
2. ЛАКИРОВАНИЕ.....	17
2.1. Назначение и разновидности лакирования.....	17
2.2. Разновидности лаков.....	19
2.3. Технологии лакирования.....	36
2.4. Лаки специального назначения.....	45
2.5. Способы лакирования.....	50
2.6. Оборудование для лакирования.....	56
2.7. Качество лакирования, дефекты при лакировании и способы их устранения.....	67
Контрольные вопросы.....	72
3. ЛАМИНИРОВАНИЕ, ПРИПРЕССОВКА И КАШИРОВАНИЕ.....	73
3.1. Виды ламинирования, припрессовки, каширования.....	73
3.2. Материалы для припрессовки.....	83
3.3. Требования к материалам для припрессовки.....	101
3.4. Группы сложности продукции, предназначенной для отделки методом припрессовки пленки.....	104
3.5. Качество процесса и продукции с припрессованной пленкой.....	107
3.6. Оборудование для клеевой припрессовки.....	113
3.7. Технологические особенности ламинаторов.....	117
3.8. Каширование.....	120
Контрольные вопросы.....	126
4. ТИСНЕНИЕ.....	128
4.1. История возникновения и области применения тиснения.....	128
4.2. Классификация способов тиснения.....	129
Контрольные вопросы.....	140
4.3. Штампы для тиснения и материалы для их изготовления.....	140
Контрольные вопросы.....	158
4.4. Классификация контрштампов и материалы для их изготовления.....	159
Контрольные вопросы.....	165

4.5. Фольга для тиснения .....	166
Контрольные вопросы .....	189
4.6. Подготовка позолотного и печатно-позолотного прессов к работе .....	190
Контрольные вопросы .....	220
4.7. Оценка качества тиснения фольгой.....	221
4.8. Методы оценки печатно-технических свойств фольги.....	231
Контрольные вопросы .....	238
4.9. Особенности технологий тиснения, сущность явлений и режимы при тиснении .....	240
Контрольные вопросы .....	281
4.10. Оборудование и оснастка для тиснения .....	283
Контрольные вопросы .....	299
5. ФЛОКИРОВАНИЕ .....	301
5.1. Сущность, история и области применения флокирования.....	301
5.2. Флок.....	305
5.3. Клей для флокирования .....	318
5.4. Технология флокирования.....	323
5.5. Оборудование для получения флоковых покрытий.....	335
Контрольные вопросы .....	342
5.6. Печать флоком в полиграфии .....	343
6. БРОНЗИРОВАНИЕ И ТЕРМОГРАФИЯ.....	350
6.1. Бронзирование .....	350
6.2. Термография .....	364
Контрольные вопросы .....	370
7. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ.....	372
7.1. Основные способы механической и лазерной отделки .....	372
7.2. Пакетная высечка продукции.....	378
7.3. Штанцевание этикеток.....	392
7.4. Полистное штанцевание картонных коробок .....	399
7.5. Процесс одновременной высечки и холодного конгревного тиснения .....	410
7.6. Перфорация.....	414
7.7. Биговка .....	417
Контрольные вопросы .....	430
ЛИТЕРАТУРА .....	432

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебном пособии изложен учебный материал по теме «Технология отделочных процессов», являющийся частью дисциплин «Технология послепечатных процессов» и «Технология отделочных процессов» в соответствии с программами указанных курсов для студентов, обучающихся по специальностям 261202 «Технология полиграфического производства» и 261201 «Технология и дизайн упаковочного производства».

В настоящее время наблюдается динамичное развитие производства упаковки как за рубежом, так и в России. Производители продукции все больше внимания уделяют не только качеству самого продукта, но и оформлению его упаковки и этикеток для улучшения товарного вида продукта, что способствует повышению спроса на товар. Отделочные операции стали широко использоваться для придания специальных свойств упаковочным материалам, например термосвариваемости, морозостойкости, термостойкости, износостойкости, защитных свойств и др. В связи с этим, такие понятия как лак, фольга для горячего тиснения, лакирование, ламинирование, каширование и тиснение прочно вошли в жизнь полиграфистов. В последние годы стали использоваться новые виды отделки полиграфической продукции и упаковки, такие как флокирование, термография и др.

Следует отметить отсутствие учебных пособий по технологии отделочных процессов с использованием современных полиграфических и упаковочных материалов. Данное издание в некоторой степени восполняет этот пробел.

Учебное пособие состоит из 7 глав.

В *первой* главе раскрывается назначение отделки упаковочной продукции, виды декоративно-оформительской отделки упаковки и способы их получения.

*Вторая* глава посвящена лакированию. Рассмотрены разновидности этого процесса, а также типы лаков, их достоинства и недос-

татки. Уделено внимание технологиям лакирования и контролю качества. Часть главы посвящена лакам, придающим оттиску особые физико-химические свойства, — барьерным, блистерным, декоративным и ароматизированным. Также раскрыты основные способы процесса и эффекты, достигнутые с их применением. Подробно описано оборудование, применяющееся для лакирования — лакировальные аппараты разных видов, а также дефекты, возникающие при работе и способы их устранения.

В *третьей* главе рассмотрены виды ламинирования, каширования и припрессовки пленки. Указаны материалы и их комбинации, используемые в производстве, а также требования, предъявляемые к ним. Классифицированы различные виды пленок и клея, проанализированы их физические и физико-механические свойства. Приведены основные технологические особенности ламинаторов, чтобы правильно подобранная конфигурация устройств значительно облегчила работу оператора.

В *четвертой* главе дана классификация способов, материалов и оборудования для тиснения. Уделено внимание истории возникновения и областям применения этого процесса. Рассмотрены штампы и контрштампы для тиснения. Значительное внимание уделено изучению промышленного производства фольги, вопросам подготовки оборудования, методам оценки качества и печатно-технических свойств фольги. Дана оценка особенностям и режимам технологии процесса тиснения

В *пятой* главе описана технология, область применения и оборудование для флокирования. Подробно рассмотрен материал, используемый в этом технологическом процессе — флок. Проанализированы типы флока, особенности его изготовления и применения, а также виды клея. Даны рекомендации по выбору клея и технологии флокирования, в зависимости от типа материала.

В *шестой* главе приведена информация о термографии и бронзировании, благодаря которым можно достичь более ярких оттисков и, таким образом, придать продукции неповторимый блеск и глубокую насыщенность цвета.

*Седьмая* глава посвящена описанию механических способов отделки, таких как штанцевание, высечка, ножевая резка, биговка, перфорирование, рיצовка. Подробно рассмотрена пакетная высечка продукции, штанцевание этикеток, картонных коробок, процесс конгревного тиснения.

Предисловие, главы 1–7 написаны В.И. Бобровым. В подготовке глав 2 и 6 принимал участие Л.Ю. Сенаторов. Каждая глава и некоторые параграфы заканчиваются контрольными вопросами, которые помогут студентам проверить усвоение прочитанного. Издание проиллюстрировано, что также призвано помочь лучше понять учебный материал. Приведен список литературы, где собраны необходимые источники по темам данного учебного курса. Авторы выражают признательность выпускникам 2005–2007 гг. специальности 261201 «Технология и дизайн упаковочного производства» и компании «Дубль-В» за помощь в подборе материала для учебного пособия.

# 1. НАЗНАЧЕНИЕ, ВИДЫ И СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ И УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

## 1.1. Назначение отделки полиграфической и упаковочной продукции

В последнее время заказчики полиграфической, этикеточной и упаковочной продукции стали придавать все большее значение качеству ее отделки.

**Отделкой** полиграфической и упаковочной продукции называют процессы финишной обработки, направленные на улучшение ее потребительских (товарный вид, удобство использования), эксплуатационных (износостойкость, водостойкость и т.п.), а также защитных свойств.

**Отделочные процессы** выполняются после печатных, которые считаются основными. Тем не менее, граница между печатными и отделочными процессами, изначально не очень четко обозначенная, неуклонно стирается. Многие специалисты рассматривают лакирование и тиснение фольгой как печатные процессы; в то же время печать металлизированными красками, нанесение маркировки и, в ряде случаев, трафаретную печать можно отнести к отделочным процессам. Особое место среди отделочных технологий занимает штанцевание, которое часто рассматривается как финишная операция, не относящаяся к отделке.

Отделка с целью улучшения внешнего вида полиграфической, этикеточной и упаковочной продукции, или декоративно-оформительская отделка, способствует привлечению к товару внимания покупателей и, как следствие, — его коммерческому успеху. Выполнение отделочных операций полиграфической и упаковочной продукции может преследовать следующие цели:

- улучшение внешнего вида;



- защита от внешних воздействий;
- получение необходимой геометрической формы;
- придание специальных технологических свойств;
- защита от подделки.

## **1.2. Виды декоративно-оформительской отделки полиграфической и упаковочной продукции и способы их получения**

Изменение внешнего вида оттиска при декоративно-оформительской отделке достигается за счет изменения оптических свойств его поверхности и формы. Наибольшее распространение получили следующие виды декоративно-оформительской отделки полиграфической, этикеточной и упаковочной продукции:

- придание поверхности глянцевого эффекта;
- придание поверхности матового эффекта;
- имитация металлического покрытия;
- создание рельефного изображения;
- придание поверхности специальных оптических свойств (голографического эффекта, люминесценции, перламутрового блеска);
- гибридные эффекты;
- достижение требуемой геометрической формы.

***Глянцевый эффект*** обусловлен высокой гладкостью поверхности оттиска, благодаря которой отраженный световой поток становится более упорядоченным, цвета воспринимаются как более насыщенные, а оттиск кажется более контрастным. Этот эффект достигается на поверхности обложки, этикетки и упаковки способами лакирования, экструзионного ламинирования, припрессовкой прозрачной пленки и каландрирования.

При *лакировании* повышение гладкости происходит за счет заполнения глянцевым лаком микро- и макронеровностей поверхности оттиска. Наибольший глянец достигается при использовании глянцевых УФ-отверждаемых лаков.

При *экструзионном ламинировании* на поверхность оттиска наносится расплав полимера. Выравнивание и повышение гладкости поверхности оттиска при экструзионном ламинировании происходит таким же образом, как при лакировании.

*Припрессовка* путем приклейки к поверхности оттиска прозрачной полимерной пленки высокой гладкости способствует значительному повышению глянца оттиска. В процессе приклейки неровности на поверхности оттиска заполняются прозрачным клеем.

При *каландрировании* производится механическое сглаживание поверхности оттиска нагретым каландром. Каландрирование может производиться как перед лакированием, ламинированием или припрессовкой для ликвидации макронеровностей оттиска, так и после лакирования. Каландрирование лакированных оттисков позволяет получить очень высокую степень глянца.

**Матовый эффект** обусловлен высокой рассеивающей способностью поверхности оттиска. Оттиск с матовым покрытием отличается характерным бархатно-шелковистым видом. Для придания поверхности этикетки или упаковки матового эффекта используется лакирование матовым лаком или припрессовка матовой пленкой.

**Эффект металлического покрытия** достигается за счет нанесения на поверхность этикетки или упаковки слоя мелкодисперсных частиц металла. Для имитации серебра используются алюминиевые пигменты; золота и бронзы — алюминиевые, подкрашенные прозрачным цветным лаком, или латунные пигменты. Наиболее распространенные способы имитации металлического покрытия — тиснение металлизированной фольгой, бронзирование, лакирование металлизированными лаками и печать металлизированными красками.

*Тиснение фольгой* позволяет получить оттиски с наибольшей степенью металлического блеска благодаря применению при ее производстве технологии вакуумного напыления, позволяющей формировать слой из мельчайших частиц металла. Металлизированная фольга может быть глянцевой или матовой. Повышенная степень глянца достигается включением в состав фольги лакового слоя.

*Бронзирование* предполагает напыление металлической пудры на предварительно нанесенный на оттиски адгезионный слой. Эффект металлизации при бронзировании несколько ниже, чем при тиснении фольгой, но выше, чем при лакировании металлизированными лаками.

*Металлизированные лаки и краски* представляют собой дисперсии, содержащие металлические пигменты и отличающиеся высокой кроющей способностью. Применение металлизированных лаков и красок позволяет добиться средней степени металлического блеска.

Придание изображению *рельефности* — эффектный оформительский прием, создающий иллюзию объемности изображения, особенно заметную при его боковом освещении. Создание рельефного изображения возможно двумя способами: избирательной деформацией материала упаковки или этикетки и избирательным нанесением на его поверхность покрытия большой толщины.

Формирование рельефа в результате *избирательной пластической деформации* материала характерно для способов печати и отделки, при которых разные участки материала подвергаются воздействию существенно различающихся по величине деформирующих нагрузок. Данный эффект присутствует на оттисках, получаемых способом высокой печати, а также в результате тиснения.

Создание рельефного изображения на бумаге, картоне или полимерном материале осуществляется давлением штампа при нагреве, иногда с дополнительным использованием фольги и краски. Тиснение применяют в основном на переплетных крышках, открытках, пригласительных билетах и пр. Изобразительная роль рельефа наиболее ярко выражена при *рельефном* и *конгревном тиснении*, а также при *гренировании*. При рельефном тиснении и гренировании создается углубленное рельефное изображение на одной стороне материала, при конгревном тиснении — углубленное или выпуклое на двух сторонах материала. Наибольшую высоту или глубину рельефа обеспечивает конгревное тиснение. Применение плоского тиснения целесообразно только при достаточно большой толщине ма-

териала, поэтому данный вид отделки не применяется при изготовлении этикеток и гибкой упаковки.

*Гренирование* — это изменение фактуры или создание одноуровневого рельефа поверхности оттиска. Технология гренирования во многом аналогична технологии конгревного тиснения, но высота рельефа поверхности материала или оттиска невелика, обычно меньше толщины материала.

Формирование выпуклого рельефного изображения за счет избирательного нанесения на поверхность оттиска покрытий возможно способами трафаретной печати, термографии (термоподъема) и флокирования.

*Трафаретная печать* позволяет наносить на оттиск слой краски большой толщины. Высота рельефа при этом не очень значительна, однако при определенных углах зрения рельеф хорошо заметен.

*Термография* заключается в нанесении на адгезионный слой специального порошка из полимерных частиц, формирующего рельеф. Закрепление порошка на оттиске осуществляется термически.

*Флокирование* состоит в нанесении на адгезионный слой волокнистого материала, придающего поверхности этикетки и упаковки рельефный бархатистый эффект.

Придание поверхности *специальных оптических свойств* (голографического, люминесцентного эффектов или перламутрового блеска) находит в последнее время все большее распространение.

*Голография* (от греч. *holos* — весь, полный) — это метод получения объемного изображения объекта, основанный на интерференции волн. Используемые в этикеточном и упаковочном производстве голограммы можно разделить на три типа: *2D* (плоские), *2D/3D* (содержащие несколько различных уровней, создающих эффект объема изображения), *3D* (трехмерные изображения объектов). Широкое распространение получило тиснение голографической фольгой.

*Люминесценция* (от лат. *luminis* — свет) — это возникающее при определенных условиях свечение веществ, избыточное над их тепловым излучением при данной температуре. В производстве этике-

точной и упаковочной продукции применяются люминесцентные лаки и краски, содержащие специальные пигменты, обладающие свойством свечения под действием излучения определенной части спектра, чаще всего УФ-света.

*Перламутровый эффект* обусловлен отражением света от частиц специального пигмента. Подобный перламутровый пигмент чаще всего изготавливается из слюды. При разных углах зрения перламутровое покрытие меняет свой цвет, может темнеть или казаться подсвеченным изнутри. Отражение света пластинками слюды сопровождается образованием интерференционной картины, обуславливающей специфический радужный блеск покрытия. Для придания перламутрового эффекта этикетке или упаковке применяется лакирование перламутровыми лаками.

При таких способах отделки, как *лакирование*, *ламинирование* и *припрессовка*, на поверхность оттиска наносятся покрытия, защищающие его от механических повреждений (например, истирания), улучшающие его механические характеристики (например, прочность на разрыв) и защищающие оттиск от воздействия химических веществ: воды, кислот, щелочей, жиров и т.д.

Защитные покрытия могут наноситься как на внешнюю, так и на внутреннюю сторону упаковки. Во втором случае покрытие не только предохраняет продукт от внешних влияний, но и защищает упаковку от воздействия на нее продукта.

Большинство способов отделки этикеточной и упаковочной продукции в той или иной мере повышает степень защищенности товаров от подделки. Используя различные отделочные технологии, производители этикеточной и упаковочной продукции стараются затруднить ее подделку или сделать ее экономически нецелесообразной. Наиболее часто в этих целях используются имитация металлических покрытий, припрессовка голограмм, высечка по сложному контуру, т.е. виды отделочных операций, характеризующиеся высокой технологической сложностью и значительно повышающие стоимость этикетки и упаковки при малом тираже.

С целью затруднения повторного использования упаковки может применяться нанесение на этикетки или на защитные наклейки просечек.

С технологической точки зрения отделочные операции можно разделить на две группы:

- нанесение на поверхность этикетки или упаковки покрытий со специальными свойствами;
- механическая отделка этикетки или упаковки без нанесения покрытий.

Нанесение на поверхность этикетки или упаковки покрытий является эффективным способом придания ей необходимых оптических и механических характеристик и повышения ее физико-химической стойкости. По кроющей способности покрытия можно разделить на две группы: прозрачные и кроющие.

*Прозрачные покрытия* наносятся способами лакирования, экструзионного ламинирования, припрессовкой прозрачными пленками и гуммирования.

*Кроющие покрытия* — методами тиснения фольгой, бронзирования, термографии, каширования непрозрачными материалами и закраски обреза книжных блоков.

*Каширование* — это соединение путем склеивания двух непрозрачных материалов, например, алюминиевой фольги и бумаги, запечатанного листа бумаги и двухслойного листа картона.

*Гуммирование* — это нанесение на обратную сторону оттисков быстро высыхающего клея, который при увлажнении приобретает клеящую способность. Используют часто быстрозатвердевающую смолу некоторых сортов африканских акаций. Гуммирование применяется для почтовых марок, этикеток и др.

Под закраской обреза книжного блока подразумевается нанесение на обрез книжного блока специальной краски (под золото, серебро, бронзу и др.) для придания изделию нарядного вида. Такой способ применяют для подарочных и высокохудожественных изделий.

*Гибридные виды отделки* являются перспективными технологиями, представляющими собой комбинацию технологий отделки: лакирования, бронзирования, тиснения, флокирования и других.

*Гибридное лакирование* двумя лаками является одной из разновидностей гибридной отделки, которая обеспечивает привлекательный вид запечатанной поверхности за счет придания ей *зернистости* разной фактуры с чередованием глянца. Привлекательность во многом зависит от сюжета и цветовых решений, т.е. от креатива дизайнера. Особенно выигрышно смотрится отделка гибридным лакированием на сюжетах с преобладанием темных тонов, соответствующих матово-структурной поверхности. Тонкие витиеватые элементы сюжета с отделкой глянцевым УФ-лаком дополняют общую картину и придают изделию высокохудожественный вид. Гибридное лакирование может дополняться тиснением фольгой или бронзированием для придания оттиску респектабельного вида.

Для придания этикетке и упаковке необходимой *геометрической формы* служат операции штанцевания: *высечки* или *вырубки*, при выполнении которой этикетка или заготовка упаковки отделяется от лишней, идущей в отходы части материала. Высечка проводится на специальных высекальных прессах ножами с режущей кромкой, имеющей контуры нужной конфигурации. Высечка применяется в производстве этикеток, упаковок, круглении уголков изделий и др.

Некоторые отделочные операции штанцевания являются подготовительными или служат для облегчения выполнения последующих технологических операций. Примеры таких операций: биговка и перфорация, обеспечивающие облегчение фальцовки; рיצовка, повышающая качество склеивания; нанесение грунтовочных лаков, позволяющих улучшить адгезию между запечатываемым материалом и отделочным лаком; каландрирование, повышающее гладкость поверхности перед лакированием, ламинированием или припрессовкой.

*Биговка* — это нанесение на листовой материал прямых углубленно-выпуклых линий в виде выдавленных канавок, облегчающих

изгиб полуфабриката на последующих операциях. В некоторых случаях биговальные линии служат оформительскими элементами.

*Рицовка* — выполнение надреза поверхности материала. Рицовку выполняют в местах склейки деталей упаковки. Благодаря проникновению клея в надрез достигается повышение прочности клеевого скрепления.

*Перфорирование* представляет пробивку ряда мелких отверстий в листе бумаги для образования линии отрыва или сгиба. Перфорирование производят на биговально-перфорационных станках, имеющих сменные аппараты для соответствующих процессов с использованием перфорирующих ножей или дисков. Применяют для изготовления почтовых марок, билетов, календарей, бланков и др.

*Кругление углов* — это придание углам изделия округлой формы во избежание их быстрого разрушения и потери внешнего вида. Применяется в детских книгах, блокнотах, календариках и др.

### **Контрольные вопросы**

1. Определите назначение отделки полиграфической и упаковочной продукции.
2. Перечислите виды декоративно-оформительской отделки полиграфической и упаковочной продукции.
3. Назовите способы получения декоративно-оформительской отделки.



## 2. ЛАКИРОВАНИЕ

### 2.1. Назначение и разновидности лакирования

*Лакирование* — это процесс облагораживания печатной продукции путем нанесения на нее слоя лака. Лакирование является более дешевым и простым с технологической точки зрения способом отделки, чем припрессовка пленки, ламинирование или каширование.

Лакирование как способ отделки печатной продукции существует давно, однако традиционно считалось, что лакированные оттиски уступают оттискам с припрессовкой пленки по таким важнейшим показателям, как глянец, декоративность, механическая прочность и водостойкость. Появление УФ-отверждаемых лаков внесло значительные коррективы в сложившиеся представления.

В последнее время процесс лакирования печатной продукции стал относиться к числу повседневных операций во многих типографиях. Это связано, прежде всего, с повышением требований к качеству печатной продукции и ее внешнему виду, а также с развитием рынка упаковки.

Лакированные обложки журналов — уже практически стандарт. Появился даже термин «глянцевые журналы». Интересно, что в этом случае лакирование выполняет три основные функции: привлекает внимание покупателя к поблескивающему на лотке изданию, защищает обложку от влаги, солнечных лучей и отпечатков пальцев и усиливает эстетическое впечатление от изображения на обложке. Естественно, без лакирования не обходятся и такие популярные в настоящее время виды продукции, как этикетки, открытки, обложки книг и многое другое.

Предназначение упаковки — придание определенной формы и сохранение изделия, а лакирование, в свою очередь, придает ей более привлекательный вид и повышает ее прочность.

Одним из основных назначений процесса лакирования является *защита печатного издания от истирания и царапин*. Это особенно важно при производстве упаковки и этикетки, так как благодаря подобной защите красочного слоя стало возможным транспортировать и хранить упакованную продукцию без потери внешнего вида. Кроме того, лаки способны придавать поверхности эффект глянца или матовости, предотвращают отмарывание при проведении последующей отделки печатной продукции, создают термочувствительный слой и придают поверхности термоустойчивость, что важно при изготовлении blisterной упаковки.

Таким образом, лакирование продукции решает несколько задач, а именно:

- улучшает внешний вид и механическую прочность оттиска;
- повышает прочность оттиска и упаковки к истиранию;
- повышает глянец полиграфического оттиска на упаковке. Блестящая упаковка привлекает внимание, что особенно важно при реализации упакованного товара;
- повышает контраст изображения и текста на оттиске и упаковке;
- повышает устойчивость оттиска к влаге и сырости, к химическим агрессивным продуктам и средам, что особенно важно для упаковки некоторых товаров;
- меняет оптические свойства поверхности запечатываемого материала упаковки, повышая ее матовость или глянцевость;
- изолирует красочный слой оттиска упаковки от соприкасающихся с ним упаковочных материалов, что особенно важно при раскрытии или порче упаковки;
- создает защиту упаковки от порчи из-за трения поверхностей товаров при транспортировке;
- изолирует красочный слой оттиска от упакованных продуктов и от прямого соприкосновения с другими поверхностями, устраняя таким образом переход красочного слоя (перетискивание);
- создает шероховатость поверхности упаковки, и, таким образом, предотвращает скольжение упакованных товаров относительно друг друга;

В зависимости от вида лака лакирование проводят:

- масляными лаками;
- водорастворимыми лаками;
- лаками на летучих растворителях;
- УФ-лаками;
- специальными лаками;
- несколькими видами лаков (гибридное лакирование).

В зависимости от площади оттиска, покрываемого лаком, лакирование может быть:

- *общим (полное, сплошное)* — слоем лака покрывают всю поверхность оттиска;
- *неполным (фрагментарное, выборочное, местное)* — слоем лака покрывают только отдельные фрагменты изображения на оттиске или часть листа оттиска.

В зависимости от способа нанесения лака на оттиски различают следующие технологии:

- лак наносят в печатной машине сразу после печати оттисков за один листопрогон, за один непрерывный цикл (*in line* — в линии);
- лак наносят на заранее отпечатанные оттиски в специализированных лакировальных машинах (*off line* — отдельно).

Лаки наносят на оттиски по технологии *in line* не только в лакировальных секциях печатных машин, но и в других печатных секциях машин высокого, трафаретного и офсетного способов печати. В офсетных машинах некоторые лаки, например, водорастворимые (дисперсионные), наносят на оттиски, используя увлажняющий аппарат.

## 2.2. Разновидности лаков

Сегодня в изготовлении и использовании лаков достигнуты большие успехи. Активно создаются новые технологии и устройства для их нанесения.

Такие фирмы-производители, как *Hartmann, Siegwerk, VanSon, Vegra* и др., постоянно обновляют и усовершенствуют ассортимент

лаков. Рассмотрим основные виды лаков, выпускаемые этими производителями.

Лаки квалифицируются по различным **технологическим и эксплуатационным параметрам**:

- состав;
- оптические свойства;
- специальные свойства;
- вязкость;
- скорость закрепления;
- физическая стойкость;
- химическая стойкость;
- технология нанесения;
- пригодность лаковой пленки к послепечатной обработке.

По **составу** — это *масляные (офсетные, печатные), водно-дисперсионные (ВД-лаки), лаки на летучих растворителях (лаки на ЛР), лаки УФ-отверждаемые*.

По создаваемому внешнему эффекту (оптическим свойствам) — *глянцевые и матовые*.

Для получения уникальных эффектов или подготовки оттиска к последующим операциям применяются *специальные лаки: ароматизированные, металлизированные, перламутровые, блистерные*.

**Масляные лаки** можно рассматривать как бесцветную прозрачную печатную краску. По своему составу они очень близки к офсетным краскам, они тоже содержат смолы, растительные и минеральные масла, различные вспомогательные вещества (сиккативы и др.), но в отличие от красок не содержат пигмента, т.е. представляют собой связующие печатных красок. Отсюда и второе их название — офсетные или печатные.

Масляные лаки имеют следующие **преимущества**:

- лакирование тонкой бумаги не изменяет ее линейные размеры так сильно, как при использовании ВД-лаков. Линейные размеры меняются так же, как и при традиционной офсетной печати с использованием увлажнения;

- при обслуживании печатной машины можно использовать стандартные смывные растворы, как для офсетных красок;
- в случае коррекции свойств масляных лаков применяются те же вспомогательные средства, что и при использовании офсетных красок;
- хорошая адгезия лака к запечатываемому материалу, высокая механическая прочность и вместе с тем гибкость лаковой пленки, что очень важно для дальнейшей обработки оттисков (разрезка, фальцевание, биговка и т.п.);
- использование масляных лаков дает возможность снизить жесткость требований к совместимости красок с лаком, так как и те и другие близки по составу. Однако перед использованием лака с красками, нестойкими к действию щелочей, необходимо провести пробу для проверки качества нанесения лака и выявления возможных изменений интенсивности и цветового тона краски;
- широкий ассортимент лаков;
- хорошая защита оттиска от влаги;
- просты в применении, потому что при нанесении ведут себя так же, как офсетная печатная краска. Если в машине нет лакировальной секции, то лакирование можно проводить через красочный аппарат печатной секции вместе с печатанием основными красками. Расход масляного печатного лака такой же, как и красок, — зависит от покрываемой площади и находится в пределах 60–150 г/м<sup>2</sup>.

Масляные лаки имеют *недостатки*. В последнее время они уступают свои позиции. Это связано, прежде всего, со сравнительно большим временем высыхания, что уменьшает возможности последующей немедленной обработки оттисков, накладывает ограничения на высоту стапелей и требует применения противоотмарочных порошков, которые могут значительно снизить глянец обработанной продукции.

Для ускорения процесса высыхания масляного лака, в основе которого лежит реакция окислительной полимеризации, при сушке лакированных оттисков используют устройства инфракрасной сушки (ИК-сушки) или обдув горячим воздухом. И тот и другой способы

требуют значительного количества энергии. Количество лака, которое остается на оттиске после высыхания, т.е. сухого остатка, для масляных лаков не превышает 60%. Это значит, что толщина лаковой пленки после сушки уменьшается более чем на 40%.

Основными недостатками печатного масляного лака являются следующие:

- длительное закрепление на оттиске (как и любой офсетной краске). Для полного закрепления лака требуется около 2 ч;
- склонность к пожелтению с течением времени как самой лаковой пленки, так и обратной стороны оттиска;
- сравнительно невысокий глянец (по степени глянца лак уступает дисперсионному и УФ-лаку);
- возможное появление неприятных запахов — из-за образования побочных летучих продуктов полимеризации;
- необходимость использования противоотмарывающих порошков, так как окончательное закрепление лака происходит лишь спустя нескольких часов;
- возможное слипание оттисков в стапеле большой высоты.

Масляный лак можно использовать как для сплошного, так и для выборочного лакирования. Сплошное лакирование аналогично печати красками плашки в размер оттиска. Оно производится с печатной формы при отключенном увлажняющем аппарате. При сплошном лакировании масляный лак ускоряет процесс старения бумаги, приводящий к ее пожелтению, поэтому преимущественно его используют для выборочного лакирования.

Выборочное лакирование с использованием масляных лаков — это то же самое, что и обычная офсетная печать. Его также осуществляют с печатной формы, но уже при включенном увлажняющем аппарате. Хотя для упаковочной продукции в настоящее время вместо масляных лаков чаще используют ВД-лаки, тем не менее, окончательно отказаться от их использования невозможно.

Лакирование масляными лаками особенно рекомендуется для матовых мелованных бумаг, так как оно позволяет:

- увеличить сопротивляемость оттисков к истиранию, а это очень существенно из-за шероховатости матовой бумаги;
- увеличить сопротивляемость оттисков к загрязнению, что особенно важно для последующей переплетной обработки;
- получить высокий глянец, либо, наоборот, усилить эффект матовости изображения.

**Лаки на основе летучих растворителей.** В отечественной полиграфии до недавнего времени применялись преимущественно спиртовые лаки на ЛР.

Лаки на основе ЛР представляют собой растворы природных или синтетических смол в спиртах, эфирах или ароматических углеводородах. В этом случае механизм сушки таких лаков, сопровождающийся пленкообразованием, основан на быстром испарении ЛР из лака под воздействием нагретого воздуха в камере сушильного устройства или в условиях естественной сушки в цехе. На первой стадии процесса происходит испарение растворителя из жидкой пленки, а на второй — из сформировавшейся твердой пленки. Адгезионная прочность получаемого покрытия зависит от химического строения пленкообразователя и диффузионных процессов, протекающих в слое.

В качестве растворителей используются различные вещества, обладающие высокой скоростью испарения: изопропиловый спирт, ацетон, толуол, этилацетат, дисцилиат метила и др. Летучие растворители обязаны своему названию высокой способностью к растворению. Например, при идентичных условиях сушки, по сравнению со скоростью испарения воды скорость испарения толуола выше в 5–7, изопропилового спирта в 4, ацетона в 15,7, этилацетата в 10,9 раз. В качестве связующего в данном типе лаков применяют акрилы, нитроцеллюлозу, стирол.

Лаки на основе ЛР поставляются в исходном состоянии с малым содержанием растворителя. Для получения требуемых рабочих свойств их разбавляют растворителем непосредственно перед использованием. Обычно требуется добавка растворителя от 40 до 150%, в зависимости от свойств лака и растворителя, условий сушки

и т.п. Оптимальный глянец достигается при расходе лака 4–6 г/м<sup>2</sup> (без учета массы растворителя). За один прогон листа обеспечивается глянец 85–90%. При последующем горячем каландрировании глянец может достигать 95% и выше, что сравнимо с глянцем, достигаемым при УФ-лакировании.

Лаки на основе ЛР часто используются для предварительного грунтования перед нанесением УФ-лака на материалы невысокого качества.

Высокая концентрация органических растворителей в лаках такого типа требует внимательного отношения к проблеме возможного разбухания резиновых покрытий полотен и валов, контактирующих с лаком в лакировальной секции машины. Традиционные синтетические материалы, используемые для изготовления таких покрытий, в разной степени подвержены агрессивному воздействию тех или иных растворителей. Например, резиновые покрытия на основе буна-каучука (сополимера бутадиена и акрилонитрата) более устойчивы к воздействию толуола, чем покрытия на основе неопрена (полихлорбутадиена). В то же время неопрен более устойчив к этилацетату, чем буна-каучук. Практически все современные резиновые покрытия обладают хорошей устойчивостью к изопропиловому спирту. Из вышесказанного следует, что при работе с лаками такого типа необходимо уделять внимание проблеме возможного отрицательного воздействия растворителя на резиновые покрытия валов лакировальной машины или устройства.

*Достоинствами спиртовых лаков* являются:

- высокий глянец, сравнимый с глянцем, достигаемым при УФ-лакировании;
- быстрое закрепление за счет испарения ЛР;
- более толстый наносимый слой, чем при работе с масляным или ВД-лаком;
- хорошая прочность на истирание;
- хорошая защита от воздействия влаги, масел, грязи, жира;
- более низкая стоимость по сравнению с УФ-лаками и масляными лаками;



- высокая скорость сушки;
- невысокие энергозатраты;
- не требуется применение противоотмарочного порошка при стапелировании листов.

**Основными недостатками спиртовых лаков** являются:

- содержание токсичных и экологически вредных летучих органических растворителей;
- загрязнение окружающей среды из-за испарения растворителей;
- необходимость тщательного соблюдения условий безопасности труда, наличие специальных требований к оборудованию сушильных устройств и цеховой вентиляции;
- низкая температура вспышки, огнеопасность (строгое соблюдение соответствующих правил пожарной безопасности).

**Водно-дисперсионные лаки** (ВД-лаки) представляют собой смесь полимерных дисперсий и пленкообразующих, увлажняющих и антивспенивающих добавок. В качестве связующего в большинстве ВД-лаков используют акриловые смолы, в качестве растворителей в них в основном используется вода, иногда — небольшое количество спирта (5–10%).

Различают две основные группы ВД-лаков: так называемые термически сохнущие и термически закрепляемые лаки.

Механизм сушки *термически сохнущих* ВД-лаков представляет совокупность физико-химических процессов, основанных на частичном испарении воды из лаковой пленки с одной стороны, и частичном впитывании воды в поверхность бумаги или картона, с другой. Суммарное время сушки 20–30 с. Сухой остаток составляет 30–40%. Термически сохнущие ВД-лаки обычно поставляются в неразбавленном виде с содержанием воды 45–50% от общей массы (50–55% твердых частиц) и + дополнительно их разбавляют водой до нужной вязкости непосредственно перед использованием. В разбавленном лаке содержание воды может достигать 70%. Для активации процесса пленкообразования ВД-лаков используют методы сушки горячим воздухом и ИК-излучением, причем как отдельно, так и в сочетании друг с другом. При двустороннем лакировании печатных

оттисков дисперсионными лаками рекомендуется соблюдать интервал не менее 48 часов между лакированием лицевой и оборотной сторон. Почти все без исключения термически сохнувшие ВД-лаки являются однокомпонентными системами. Уровень глянца составляет 60–70% при лакировании на линии в печатной машине за один прогон и до 80% при лакировании в два прогона с полной предварительной сушкой первого слоя лака. При лакировании в автономных лакировальных машинах глянец может достигать 85% в случае нанесения двух последовательных слоев в два прогона.

*Термически закрепляемые* ВД-лаки имеют другой механизм сушки, основанный на химической реакции в связующем, инициируемой нагревом поверхности лакируемого материала до определенной температуры (90–135° С). Данный тип лака является двухкомпонентной системой: непосредственно перед использованием в лак добавляется специальный катализатор, необходимый для химической реакции. Термически закрепляемые ВД-лаки поставляются с содержанием твердых частиц 75–85% и обычно разбавляются водой до 60–70% для получения необходимой вязкости. Термически закрепляемые лаки имеют несколько больший глянец по сравнению с термически сохнувшими лаками при тех же условиях нанесения на материал. При лакировании на линии в печатных машинах глянец достигает в пределах 75% для одного слоя и 80% для двух последовательных слоев. При лакировании в лакировальных машинах «по-сухому» глянец может достигать 90%.

Широкое применение находят ВД-лаки в качестве грунтовых лаков перед нанесением УФ-лака на пористые сорта картона и бумаги, что обеспечивает высокий конечный глянец.

На современном рынке расходных полиграфических материалов ВД-лаки получили наибольшее распространение. Это обусловлено, прежде всего, их универсальностью и отсутствием каких-либо специальных условий при лакировании в типографии. Они наносятся практически на любые печатные основы (бумажные и полимерные) и краски, любым способом (кроме трафаретного). Их преимущество в отличие от лаков УФ-полимеризации в отсутствии необходимости

применения специальных энергоемких устройств для закрепления пленки водных лаков, а по сравнению, например, с материалами на базе органических растворителей производственный процесс не сопровождается выбросом вредных веществ.

ВД-лаки обладают значительной стойкостью к низким температурам. В оригинальной таре лак может переносить трехкратное замораживание без потери своих качеств. Данное обстоятельство существенно упрощает требования по перевозке и хранению лака. Количество лака зависит от способа его нанесения, назначения лакового покрытия, а также от вида продукции и типа печатной поверхности, на которую наносится лак (табл. 1.1).

*Таблица 1.1*

**Расход лака и толщина лаковой пленки в зависимости от устройства лакирования**

Устройство лакирования	Расход, г/м <sup>2</sup> (сырого) лака	Толщина пленки, мкм (сухого) лака	Продукция
Красочный аппарат	1–2	0,7–1,4	Этикетка, картонная упаковка
Аппарат увлажнения	4–5	1,4–2,1	Этикетка, картонная упаковка, брошюра
Лакировальная секция	4–6	1,4–2,5	Этикетка, картонная упаковка, брошюра, афиша, рекламный плакат, календарь, открытка
Лакировальная машина	6–12	2,5–5	Картонная упаковка, обложка для книги
Флексографская, глубокая печать	3–15	1–5	Тара картонная, обертка, этикетка, сумка, обои, журнал

***К достоинствам ВД-лаков*** относятся:

- более высокий глянец по сравнению с масляными лаками;
- высокая прозрачность и отсутствие «желтизны» при сплошном лакировании;
- отсутствие запаха у сухой пленки;

- более толстый наносимый слой, чем при работе с масляными лаками;
- высокая эластичность лаковых пленок и прочность на истирание и изгиб;
- отсутствие выщипывания оттиска благодаря малой вязкости лака;
- применение для защиты печатного изображения от воздействия масел, грязи и жира;
- при изготовлении картонной упаковки не нужен специальный клей или фрезерование линий склейки;
- низкая стоимость по сравнению с УФ-лаками и масляными лаками;
- возможность лакирования на линиях в лакировальных секциях офсетных печатных машин и при использовании традиционных печатных красок;
- высокая скорость пленкообразования и высыхания, обуславливающая минимальную потребность в противоотмарывающих порошках при стапелировании, а в некоторых случаях — их полное исключение;
- простота регулирования вязкости лаков путем разбавления их водой или водой с этиловым спиртом. Однако следует помнить, что при добавлении воды к дисперсионному лаку его вязкость меняется быстро;
- хорошая смачиваемость лакируемой поверхности, которая при сплошном лакировании оттисков обеспечивает равномерное нанесение лака;
- экологическая безопасность, отсутствие экологически вредных летучих органических растворителей и токсичных компонентов. Лак можно использовать при печати пищевых упаковок;
- возможность беспроблемной вторичной переработки лакированной бумаги и картона;
- высокая скорость лакирования (до 13000 отт/час);
- устойчивость лаковых пленок к воздействию низких температур, возможность применения ВД-лаков при изготовлении упаковок

пищевых продуктов, которые необходимо хранить в морозильных камерах.

**К недостаткам ВД-лаков** относятся:

- деформация тонкой бумаги ( $60 \text{ г/м}^2$  и менее) при лакировании, так как эти лаки в основном содержат воду, а для достижения оптимальной степени глянца толщина влажной лаковой пленки должна составлять около  $6,2\text{--}7,3 \text{ г/м}^2$  в зависимости от пористости и гладкости поверхностного слоя бумаги;
- большая скорость высыхания лака, что вызывает сложности при очистке валиков после печати;
- пенообразование — для снижения образования пены использование пеногасителей;
- проблематичное выборочное лакирование;
- слабые защитные свойства от влаги и растворителей;
- более низкая скорость сушки, чем у УФ-лаков и лаков на основе ЛР;
- высокие затраты на сушку;
- необходимость лакирования в два слоя с предварительной сушкой первого слоя для достижения высокого глянца.

При лакировании ВД-лаками необходимо использовать краски, устойчивые к действию влаги и щелочи. Если краска содержит пигменты, не соответствующие этим требованиям, ее цвет может измениться. Нельзя смешивать ВД-лаки со вспомогательными материалами для красок или масляными лаками.

Некоторые ВД-лаки можно использовать как грунт перед нанесением УФ-лака на пористую бумагу или картон. В этом случае значительно улучшается внешний вид поверхности и повышается конечный глянец. Дисперсионное лакирование можно успешно применять для создания перламутровых эффектов.

**УФ-отверждаемые лаки** (УФ-лаки) представляют собой раствор акриловых смол и жидких полимеров, которые закрепляются только под воздействием УФ-излучения с длиной волны  $250\text{--}400 \text{ нм}$ .

В состав УФ-лака входит акриловый преполимер или олигомер, акриловые мономеры, фотоинициаторы и добавки. Основной частью

УФ-лаков является связующее, так называемая фотополимеризующаяся композиция (ФПК), которая и определяет сам факт отверждения краски под действием УФ-излучения.

Реакционноспособные мономеры-разбавители полимеризуются наравне с олигомерами, формируя единую высокомолекулярную структуру твердой лаковой пленки. Они влияют на физико-химические и механические свойства красочных пленок и ответственны за характерный запах «сырых» УФ-лаков, поэтому исследователи и производители стараются создать материалы с минимальным количеством мономеров-разбавителей.

Энергии УФ-излучения даже самого жесткого диапазона недостаточно для разрыва  $C=C$  связей олигомера и мономера, поэтому в состав УФ-композиций вводят фотоинициаторы, которые за счет поглощения энергии УФ-источника и соответствующих фотохимических реакций генерируют свободные радикалы. Последние и вызывают реакции полимеризации акрилатных мономеров и олигомеров. В УФ-композициях, наносимых тонкими слоями, содержание фотоинициаторов повышено (8–10%), при толстых слоях содержание всегда меньше (4–6%), иначе говоря, основная доля потока УФ-излучений будет поглощаться верхними слоями покрытия, а у основания композиция останется недостаточно отвержденной.

Стоит отметить, что есть два принципиально различающихся вида реакции фотополимеризации — *радикальный* и *катионный* с двумя типами УФ-отверждаемых лакокрасочных материалов: с радикальным и катионным механизмами отверждения. При **радикальном** механизме отверждения фотоинициатор поглощает свет и генерирует свободные радикалы, при катионном же — образуются катион и анион, которые выполняют функции свободных радикалов. Однако в УФ-лаках чаще используется только один тип полимеризации — радикальный, так как материалы с катионным механизмом отверждения чувствительны к действию спиртов и влаги, неизбежно присутствующих в офсетном способе печати.

Сам процесс радикальной фотополимеризации заключается в том, что фотоинициатор поглощает квант света и начинает генери-

ровать радикалы, которые вступают в реакцию с ненасыщенными олигомерами и мономерами. Вследствие чего происходит отверждение композиции — переход из жидкого в твердое состояние с пространственно-сетчатой сшитой структурой. Кроме реакции фотополимеризации, возможны реакции с кислородом воздуха и рекомбинации (когда два радикала вступают в реакцию друг с другом), которые приостанавливают процесс фотоиндуцируемой полимеризации и сам процесс отверждения в целом. Завершающая стадия, длящаяся до 24 часов после сушки, также называемая «реакцией после сушки», способствует улучшению механических свойств лаковой пленки. Большинство инициаторов поглощает световое излучение в ближней ультрафиолетовой и частично в коротковолновой видимой области спектра (250–450 нм).

Таким образом, пленка образуется в результате химического процесса полимеризации, который занимает доли секунд. Процесс полимеризации УФ-лака под действие УФ-излучения протекает в несколько стадий. На первой стадии происходит активация УФ-излучением специального ингредиента, находящегося в составе УФ-лака — фотоинициатора. В качестве фотоинициатора используется специальное вещество, требующее для его активации гораздо меньшей энергии УФ-излучения, чем основное вещество, составляющее связующее лака. Под воздействием УФ-излучения молекулы фотоинициатора способны мгновенно образовывать чрезвычайно химически активные молекулы, называемые свободными радикалами. В качестве фотоинициатора в УФ-лаках используют активные химические вещества, например бензоино-метилвый эфир, способный образовывать две молекулы свободных радикалов при воздействии УФ-излучения. На второй стадии образовавшиеся свободные радикалы инициируют химическую реакцию полимеризации в связующем лака. Наиболее часто исходным материалом для связующего УФ-лака являются акриловые полимеры. Третьей стадией является непосредственно реакция лавинообразного образования поперечных связей между молекулами связующего лака, при этом происходит быстрая полимеризация лакового слоя. Последней стадией является

затухание и остановка реакции полимеризации. Скорость полимеризации лакового слоя зависит от свойств связующего. Например, лаки, содержащие в составе связующего низкомолекулярные акриловые полимеры (олигомеры) имеют более низкую скорость полимеризации, чем лаки со связующим на основе высокомолекулярных акриловых полимеров.

Лак, содержащий светочувствительное связующее (состоящее из мономеров, преполимеров и фотоинициаторов) может полимеризоваться (отвердеть) за доли секунд после воздействия УФ-излучения. Сразу после нанесения лака оттиски можно подвергать любому виду послепечатной обработки: резке, биговке, фальцовке. В то же время максимальную стойкость лаковый слой достигает через 24 часа после печати, в чем можно убедиться, проделав тест на стойкость при помощи скотча.

Лаки, закрепляющиеся под действием УФ-излучения по *катионному механизму* образуют особое семейство. Фотоинициаторы для них — специальные соединения, которые под воздействием УФ-облучения распадаются с образованием активного катиона, инициирующего полимеризацию. В качестве связующего пленкообразователя выступают эпоксидные смолы — обычно низковязкие алифатические эпоксиды, полимеризующиеся по катионному механизму с раскрытием эпоксидного цикла. Главные особенности катионных УФ-лаков — низкая чувствительность к кислороду и дальнейшая полимеризация даже в темноте. Начальный мощный импульс УФ-облучения необходим для высокого выхода инициирующих катионов. Скорость катионных композиций закрепления ниже, чем у радикальных, зато внутреннее напряжение в отвержденном полимере успевает релаксировать за счет конформационных перегруппировок макромолекулярных цепей. Поэтому катионные УФ-лаки имеют очень высокую адгезию, в т.ч. к проблемным субстратам.

Наиболее пригодным и широко используемым источником высокоинтенсивного УФ-излучения являются *ртутные лампы среднего давления*. Они обеспечивают высокую производительность в диапазоне 250–450 нм. Срок их годности составляет более 1000 часов.



Кроме фотоинициатора и основного связующего в состав УФ-лака могут вводиться различные специальные добавки для придания лаку различных необходимых свойств: текучести, адгезии и др. При этом обеспечиваются хороший глянец или матовый эффект лаковой пленки, высокая прочность красочного слоя на истирание и хорошая гладкость поверхности. Наиболее эффективный глянец 95–97% достигается при нанесении УФ-лакового слоя толщиной 4–6 г/м<sup>2</sup>. Скорость сушки большинства УФ-лаков составляет 70–80 м/мин при использовании в сушильном устройстве трех источников УФ-излучения с удельной мощностью излучения 80 Вт/см каждый.

Полярные вещества, присутствующие в составе связующих и фотоинициаторов УФ-лаков, могут вызвать разбухание и вспучивание синтетических резиновых покрытий валов и офсетных полотен, даже если они обладают устойчивостью к агрессивному воздействию различных смывочных растворов на основе хлоруглеводородов, кетонов и т.п., могут быть неустойчивы к воздействию УФ-лаков. Например, резиновые покрытия на основе синтетических каучуков тиокола (продукта конденсации дихлорэтана с полисульфидом натрия) и буна-каучука, неопрена, винила или их комбинаций сильно подвержены агрессивному воздействию УФ-лаков и УФ-красок. Покрытия на основе бутила (сополимера изобутилена и бутадиена), мономера диена этилпропилена (*EPDM*), применяемые для валов флексографских машин, обладают достаточной устойчивостью к большинству УФ-лаков. Все резиновые покрытия, контактирующие с УФ-лаками, должны быть разработаны с учетом возможного агрессивного воздействия его компонентов. Обычно наносящие валы аппаратов для подачи лака в УФ-лакировальных машинах имеют специальное покрытие из смеси синтетических эластомеров, не подверженных набуханию под воздействием УФ-лаков.

Сухой остаток при УФ-лакировании составляет 100%, это означает, что объемы жидкого и затвердевшего лака практически равны, при этом расходуется меньше энергии, чем при воздушной

или термической сушке, и в воздух не переходят компоненты растворителя.

Лаковая пленка обеспечивает хорошую защиту от воздействия воды и грязи, устойчивость к действию химикатов и термосвариванию.

По распространению УФ-лаки пока еще уступают ВД-лакам, однако наблюдается явная тенденция роста их использования для отделки издательской и рекламной печатной продукции, упаковок и этикеток. Технология УФ-лакирования в полиграфическом производстве является достаточно молодой, но она уже серьезно укрепилась среди традиционных способов отделки отпечатанных оттисков, более того, ее доля стремительно растет. Это обусловлено уникальными свойствами, которые придает УФ-лак оттиску по сравнению с традиционными способами лакирования (масляные, водные, органические лаки).

Распространению УФ-лаков способствовало, прежде всего, появление сушильных устройств УФ-излучения, управляемых микропроцессорами, что позволило значительно сократить расход электроэнергии. Кроме того, эти сушильные устройства более компактны и экономичны.

*Достоинствами УФ-лаков* являются:

- превосходный глянец;
- ярко выраженный декоративный эффект;
- мгновенное высыхание, не нужен противотмарывающий порошок при стапелировании;
- возможность выборочного лакирования;
- большая прочность на истирание и устойчивость к воздействию низких и высоких температур;
- возможность быстрой дальнейшей обработки: тиснения, биговки и фальцовки;
- сохранение оптических свойств изображения в течение длительного времени (УФ-лак не желтеет);

- нетоксичность (отсутствие экологически вредных ЛР и токсичных компонентов) — безвредность для окружающей среды и человека;
- неогнеопасность;
- возможность использования в производстве детских игрушек;
- возможность вторичной переработки;
- цена, не превосходящая цену масляных лаков.

УФ-лаки можно использовать для лакирования как всей поверхности печатного листа, так и отдельных его участков. Особенно отмечается возможность лакирования этими лаками тонких бумаг массой 70–80 г/м<sup>2</sup>, которые широко используются для печатания этикеток.

Отмечается также, что лакирование УФ-лаком придает оттискам практически такие же свойства, как и припрессовка пленки, но стоимость и скорости отделки продукции вдвое больше.

По важнейшим показателям, таким как глянец, стойкость к истиранию и внешним воздействиям, УФ-лаки превосходят лаки всех других групп.

**УФ-лаки** имеют следующие **недостатки**:

- невозможность лакирования «по-сырому» на линии в офсетных печатных машинах при печатании традиционными красками;
- необходимость предварительного грунтования (сплошная запечатка или применение ВД-лака или лака на основе ЛР) для качественного лакирования пористых сортов бумаги и картона;
- характерный запах, устранимый при грамотном подборе химического состава лака, лакируемого материала и режима сушки;
- высокие энергозатраты на сушку и эксплуатацию УФ-сушильных устройств, высокая стоимость сушильного устройства;
- необходимость фрезерования линий склейки или применение специального клея при изготовлении картонной упаковки;
- затруднения при вторичной переработке лакированной продукции;
- срок хранения 6–8 месяцев;

- трудности нанесения лакового слоя при работе по технологии *on line*;
- более высокая стоимость по сравнению с другими лаками.

Обсуждая экологические проблемы использования УФ-лаков, нельзя обойти вниманием такую проблему, как образование озона при сушке и необходимость его удаления из рабочей зоны и производственного цеха.

### 2.3. Технологии лакирования

**Технологические параметры и особенности УФ-лакирования.** Следует признать, что при работе с УФ-лаками можно столкнуться и с определенными трудностями. Например, при лакировании оттиска «по-сырому» в сочетании с традиционными офсетными красками могут наблюдаться затруднения с высыханием красок из-за ограничения доступа кислорода к красочному слою. Это усложняет полимеризацию красочного слоя, т.е. оттиск плохо и долго сохнет. Но это еще не все. Лаковая пленка не пропускает и продуктов окисления при полимеризации краски. Это приводит к мутности лакового слоя, к снижению его глянца и к деформации, т. е. к неприятным эффектам так называемого дефекта «апельсиновой корки» или «каракуля». Чтобы избежать этого, рекомендуется лакировать уже высохшую продукцию, либо использовать в сочетании с этими лаками специальные краски УФ-отверждения или созданные в последнее время гибридные краски. Кроме того, для смывки УФ-лаков в лакировальных секциях применяются специальные составы, что может привести к возникновению экологических проблем.

Наносить УФ-лаки на поверхность оттисков можно как в лакировальной машине, так и непосредственно в печатной машине, используя для этой цели либо красочный, либо увлажняющий аппарат, либо специальную лакировальную секцию (или несколько секций). В нее входит сушильное устройство и она работает в линию с печатной машиной.

Выпускаются лаки для нанесения покрытий в офсетных, трафаретных и флексографских печатных машинах. Особое распространение УФ-лаки получили в флексографских рулонных машинах. Как правило, все лакировальные секции в печатных машинах и лакировальные аппараты в лакировальных машинах — это печатные аппараты флексографского способа печати с гладкими или анилоксовыми валиками подачи лака на форму.

Следует учитывать, что УФ-лак наносится не на запечатываемый материал, а поверх офсетных красок (традиционных или УФ-красок). Такая технология предполагает применение праймеров (от англ. *primer* — грунтовка, грунтовочное средство) по двум причинам: усилить адгезию УФ-лака и красочного слоя, а также сгладить неровность поверхности бумаги и обеспечить безупречную гладкость и абсолютный блеск лаковой пленки.

УФ-лак может быть нанесен на отпечатанную продукцию двумя методами: в линию (*on line*) и автономно после печати красками и/или нанесения праймера (*off line*).

Независимо от выбранного способа нанесения УФ-лака («сырое по-сырому» или «сырое по-сухому»), есть ряд параметров печатного процесса, которые следует соблюдать для получения качественной продукции. Технологические режимы в печатном цехе и требования к освещению при УФ-лакировании такие же, как и при печати УФ-красками. В то же время для лучшего растекания УФ-лака его рекомендуют подогреть после нанесения на запечатываемый материал, но перед УФ-сушкой.

**Подложка (запечатываемый материал).** Картон и бумага, способствующие быстрому закреплению масляных красок, не всегда являются лучшим выбором для УФ-лакирования. Бумага, на которую будет наноситься УФ-лак, должна быть мелованная и каландрированная. Немелованная бумага напоминает губку — впитывает лак. Бумага с глянцевым покрытием также не подходит для УФ-лакирования, так как толщина мелованного покрытия в два или три раза больше, чем слой лака на валиках. Такое покрытие играет роль

поглощающего фильтра и дает тот же самый результат, что и немелованная бумага.

Бумага, предназначенная для УФ-лакирования, не должна быть бигована (количество лака, наносимого по месту биговки, может оказаться в три раза больше толщины слоя на всем листе, и при фальцевании он растрескается).

**Краска и лак.** Краски для печати в линию должны содержать высоконасыщенные пигменты, хорошо закрепляться и иметь определенные характеристики поверхностного натяжения для установления баланса «краска — вода». Лак также должен хорошо закрепляться, быть эластичным и текучим для достижения максимального глянца и адгезии. В выборе основных материалов типографии полагаются на опыт и знания своих поставщиков.

**Краски PANTONE.** Не все краски *Pantone* подходят для печати продукции, которая в дальнейшем будет подвергнута УФ-лакированию. Краски *RHODAMINE RED*, *PURPLE*, *REFLEX BLUE* и *BLUE 072* могут изменяться или обесцвечиваться после лакирования, особенно при использовании малых концентраций. Например, может измениться интенсивность цвета.

**Краски специального назначения (металлизированные, флюоресцентные)** не рекомендуется подвергать УФ-лакированию, поскольку существует опасность окисления металлического порошка и обесцвечивания пигмента флюоресцентной краски, что неизбежно приведет к изменению цвета исходного красочного слоя. В сложных случаях рекомендуется провести предварительное тестирование.

**Краски для четырехкрасочной печати.** Многие типографии продолжают использовать обычные краски для четырехкрасочной печати, когда далее тираж нужно лакировать УФ-лаком. При этом иногда возникают проблемы. Хорошее качество при УФ-лакировании может быть гарантировано только тогда, когда правильно выполняются все технологические операции. В состав стандартных красок для четырехкрасочной печати обычно входят добавки, которые могут привести к плохому смачиванию и ратикуляции УФ-лака. Эта проблема случается нечасто, но при определенных обстоятель-

ствах может иметь место. Существует набор красок для четырехкрасочной печати, пригодных для УФ-лакирования. Краски должны полностью высохнуть перед процессом УФ-лакирования, иначе появятся проблемы с адгезией. Сразу же это может быть незаметно, но через 2 или 3 дня слой лака может потускнеть или отслоиться.

УФ-лак может наноситься «сырым по-сырому» через увлажняющий аппарат или через лакировальную секцию. Могут использоваться офсетные полотна, специальные формы высокой печати или прямое нанесение лака. На сегодняшний день наилучшие результаты достигаются при работе на многосекционных печатных машинах с удлиненной приемкой к секции лакирования и при использовании ИК-сушки или сушки теплым воздухом для лучшего закрепления краски и удаления воды. Работа УФ-ламп должна быть согласована со скоростью печатной машины во избежание возникновения хрупкости или недостаточного отверждения красочного слоя.

Очень важно, чтобы с краской не использовались добавки. Используют минимальное количество противотмарывающего порошка, иначе в результате получится изображение в виде «апельсиновой корки».

Отмарывание и слипание листов, отпечатанных с обеих сторон, в стопе после лакирования является проблемой при использовании красок с, так называемыми, «ночными» свойствами, которые можно в течение времени оставлять открытыми в банке, в красочном ящике и при простое машины на красочных валиках. Такими красками легче печатать на современных печатных машинах, и тем самым, часто можно снизить отмарывание в стопе на приемке. Так как краски быстро закрепляются на поверхности, листы можно спокойно транспортировать через небольшой промежуток времени, даже если еще не полностью произошло отверждение всего слоя краски. После нанесения слоя лака на лицевую сторону листа содержащиеся в краске летучие вещества не могут диспергировать, краска размягчается на оборотной стороне листа и прилипает к поверхности лака.

Многие факторы влияют на возникновение данной проблемы, но она обычно случается при использовании бумаги с гладкой поверх-

ностью, на которую нанесено большое количество краски, тяжелых бумаг и бумаг с невпитывающей поверхностью после непродолжительного времени между печатью и последующими технологическими операциями. Любая ситуация, которая задерживает высыхание краски, может увеличить вероятность возникновения такой проблемы.

Тщательно подобрав основные материалы и установив их на печатную машину, печатник должен продолжить контроль для получения наилучших результатов. При печати тиража красочная пленка должна быть минимальной, чтобы достичь хорошего наложения красок и улучшить высыхание. Подача увлажняющего раствора также минимальна, а использование спирта поможет снизить общее содержание воды в краске. Если необходимо достичь максимального глянца на оттисках, необходимо выбрать печать УФ-красками с промежуточной сушкой перед секцией УФ-лакирования.

Поскольку основная проблема, с которой сталкиваются типографии — эта проблема стойкости и гладкости лаковой пленки, то очень важным представляется правильный выбор комбинации «праймер — УФ-лак». Такие группы материалов разрабатываются производителями для решения конкретной задачи.

Основное назначение *праймера* — обеспечить хорошее закрепление УФ-лака на оттиске и сгладить неровность поверхности бумаги. Эти задачи решаются легко, если праймер выбран правильно и соблюдены все режимы работы с ним. В качестве праймера рекомендуется ВД-лак.

Рекомендуется тщательно перемешать праймер перед применением. Разводить его нужно только водой, если вязкость превышает 40 с, либо смесью вода + изопропиловый спирт (ИПС) в соотношении 1:1, если вязкость ниже 40 с. Добавление растворителя — не более 5%. Вязкость составляет 40 с при 20° С. Праймер поставляется также с другими показателями вязкости. Содержание твердых веществ составляет 40–44%, удельный вес — 1,02–1,05 г/см<sup>3</sup>, значение кислотности pH — 7,7–8,1.

Очистка лакировальной секции осуществляется водой либо специальной смывочной жидкостью. Хранить праймер необходимо при



температуре не выше 30° С в плотно закрытой оригинальной упаковке. Срок хранения — 6 месяцев. Требуется предотвращать замерзание.

Существует обратная связь между температурой и вязкостью лака — с повышением температуры вязкость лака снижается: при 24° С — 36 с; 22° С — 38 с; 20° С — 40 с; 18° С — 42 с; 16° С — 44 с.

Очистка лакировальной секции от лака проводится с использованием специальной смывочной жидкости, хранить которую рекомендуется при температуре не выше 30° С в плотно закрытой оригинальной упаковке. Срок хранения — 6 месяцев. Требуется предотвращать попадание прямых солнечных лучей.

*Для лучшего растекания УФ-лака по поверхности запечатываемого материала рекомендуется ставить УФ-сушильное устройство в конце приемно-выводного устройства печатной машины. Желательно при этом разогреть лак до 30–40° С.*

В качестве лакировальных печатных форм для выборочного УФ-лакирования широкое применение получили флексографские водовымывные фотополимерные пластины. Твердость пластин составляет 55–60 ед. по Шору А. Они подходят как для водных, спиртовых (с максимальным содержанием этилацетата до 10%) и УФ-отверждаемых красок и лаков. Тиражестойкость фотополимерных форм достигает 1 млн. оттисков и выше. Разрешение — 2–95% при 150–175 лин/дюйм, ширина отдельно стоящей линии — 0,05 мм, диаметр точки — 0,01 мм. Выпускаются пластины толщиной 1,14; 1,7; 2,54; 2,84 и 3,18 мм. Равномерность толщины формы после обработки в пределах 0,02 мм. Данные пластины оптимальны для выпуска высококачественной этикеточной и бумажной упаковки, а также для лакирования при использовании всех распространенных видов лака.

**Контроль качества и проблемы при УФ-лакировании.** При возникновении *проблемы закрепления* проверяется рабочий ресурс лампы, сопоставляется со спецификацией производителя. Производительность лампы контролируется вольтметром или амперметром.

Проблемы с закреплением возникают также по истечении срока годности лака.

Степень закрепления лака проверяется быстрым тестом: салфеткой, смоченной ацетоном, протирают лаковую поверхность. Хорошо закрепившийся лак должен выдержать 10 трущих движений. Иногда проводят строгий тест: на проверяемую поверхность капают 0,2 мл ацетона, спустя 10 с промокают хлопчатобумажной салфеткой. Степень повреждения поверхности оценивается от 0 до 5:

- 0 — нет видимых изменений;
- 1 — еле видимые изменения глянца;
- 2 — легкие изменения в глянце;
- 3 — сильные изменения в глянце;
- 4 — сильные изменения в глянце и структуре поверхности лака;
- 5 — структура поверхности лака изменена или разрушена.

Перед лакированием стاپель должен быть акклиматизирован. Позитивно влияет на *растекание* повышение температуры, например, внешний нагрев лака до 40° С или дополнительное воздействие ИК-излучателей в лаковом модуле. Неравномерность растекания возникает из-за воздействия лакируемого материала.

Поверхностное натяжение подложки должно быть не ниже 34–36 дин/см. Печатные краски с повышенным содержанием воска, противоотмарывающий порошок с силиконовым покрытием, неправильно подобранный праймер — причины *нарушения смачивания*. Если это предусмотрено конструкцией машины, лучше включить коронный разряд или ИК-облучатели перед нанесением лака. Смачиваемость повышает соответствующая добавка. Передозировка негативно влияет на гладкость поверхности лака, возможно образование пены. Если в конструкции машины не предусмотрена предварительная обработка лакируемой поверхности коронным разрядом или ИК-излучателями, пропускают весь стاپель без лака через УФ-сушку, активируя поверхность. Затем те же листы вторым проходом лакируют УФ-лаком.

При устранении дефектов смачивания надо одновременно контролировать стойкость к царапинам и возможность бигования. Вариант устранения плохого смачивания — подбор другого праймера.

Предпосылка *оптимального глянца* — максимально гладкая поверхность. Для этого обеспечивают достаточное расстояние между лакононосящим устройством и УФ-сушкой, подходящую вязкость, температуру лака и скорость машины. Или просто увеличивают количество лака.

Стойкость к истиранию и царапанью проверяется ногтем. Если лак легко сцарапывается, причина в ломкости и хрупкости лаковой пленки. Хрупкость лака появляется, если пленка лака слишком отверждена. Еще одна причина — недостаточная адгезия к запечатываемому материалу. При отверждении лаковый слой усаживается, так как объем наносимого лака меньше чем высохшая лаковая пленка. При усадке возникают напряжения, и только хорошая адгезия лака к запечатываемому материалу гарантирует устойчивость к царапинам. Краски, содержащие воск, и любые другие, содержащие поверхностноактивные вещества, плохо подходят для последующего УФ-лакирования. Решение — праймеры, обеспечивающие необходимую адгезию между красочным слоем и пленкой УФ-лака.

*Противоотмарывающие порошки* негативно влияют на УФ-лакирование. Их количество должно быть минимизировано, а лучше вообще от них отказаться. Например, наносить праймер методом «сырое по-сырому» в офсетной машине. Если это невозможно, перед УФ-лакированием следует снять порошок с отпечатанных листов.

При лакировании отличных по степени впитываемости запечатываемых материалов УФ-лак впитывается по-разному.

*Температура стопы* должна быть минимальной. Во время проведения предварительных тестов добиваются оптимального закрепления лака при минимальных производительности и количестве ламп. В процессе замены ламп контролируют их мощность. Оптимальная температура в стопе — 35–38° С.

При *двухстороннем лакировании бумаги* лучше применять специальные лаки.

Если появляется *разбрызгивание или лаковый туман*, то проверяют вязкость лака — скорее всего, именно в этом причина дефекта. Мелкие брызги лака попадают в дыхательные пути и наносят вред здоровью. В случае недостаточного высыхания лака может оставаться несильный *запах* акрилатов или фотоинициатора. Если лак сильно *пенится* — добавляют пеногаситель. Легкое вспенивание в канистре неопасно.

При *одностороннем лакировании на двухстороннем мелованном материале* из-за нагрева в УФ-сушке мелованный слой на обратной стороне бумаги может стать термопластичным и в стапеле под давлением склеиться с лаковым слоем. Применяют только специальные лаки для таких видов бумаги и контролируют температуру стапеля.

**Техника безопасности при работе с УФ-отверждаемыми материалами.** Следует соблюдать некоторые меры предосторожности в типографиях, использующих УФ-материалы, которые являются более агрессивными, чем традиционные. Особенно этим правилам необходимо следовать рабочим, работающим с краской, и тем, кто занимается смывкой печатных форм, валиков и офсетных полотен.

Рекомендуются следующие меры безопасности и необходимые принадлежности:

- использовать защитные кремы;
- использовать виниловые или латексные перчатки тем рабочим, руки которых будут подвергаться длительному воздействию УФ-материалов. Это особенно необходимо во время смывки с использованием растворителей. Может быть полезным использование одноразовых перчаток, так как их плотное прилегание к рукам обеспечивает дополнительную безопасность при контакте с валиками;
- обеспечить каждого работника типографии защитными очками и использовать их всегда во время смывки. Защитные очки предотвращают попадание материалов в глаза. Они также снижают возможность касания глаз загрязненными руками. Если краска случайно попала в глаза, следует промыть их как минимум в течение 5 минут и обратиться к врачу;

- смывать краску с кожи мылом и водой, а не растворителем. В случае использования растворителей происходит удаление натуральных масел из кожи и тем самым обеспечивается проникновение вредных веществ в нижние слои кожи, что только усилит раздражение;
- смывать большие участки с УФ-красками и лаком в перчатках. Кроме того, любую ветошь, используемую для операций смывки и чистки, следует помещать в контейнер, чтобы она не стала источником дополнительного загрязнения в рабочей зоне. Можно использовать растворители для очистки участков на полу при использовании перчаток;
- немедленно сменить загрязненную одежду при случайном пролипании УФ-краски, чтобы предотвратить длительный контакт с кожей во время рабочей смены. При попадании на одежду и обувь незначительного количества краски следует очистить эти участки спиртом или ацетоном;
- организовать соответствующую систему вентиляции. Желательна локализованная вентиляция в зоне открытого красочного аппарата;
- исключить принятие пищи во время работы или в рабочей зоне, и поддерживать гигиену персонала.

Все УФ-материалы являются реактивными и должны *храниться* при таких условиях, чтобы избежать воздействия высоких температур и попадания прямых солнечных лучей. Все баки с краской должны быть закрыты. Рекомендуется хранить баки при температуре 15–20° С.

## 2.4. Лаки специального назначения

Большое разнообразие способов нанесения и химической природы лаков в полиграфии, помноженное на постоянно растущие запросы заказчиков, породило огромное количество лаков, которые после высыхания придают поверхности оттиска те или иные специфические свойства. Самым стандартным требованием к «обычным»

лакам является придание поверхности глянца или матовости, а также обеспечение защитных функций от механического воздействия (истирания, царапания и т.д.), но во многих случаях наличия только этих свойств недостаточно. Современная гамма расходных материалов позволяет значительно расширить спектр использования полиграфических лаков.

Наибольшее распространение получили лаки, придающие оттиску особые физико-химические свойства, в том числе повышенную стойкость к каким-либо разрушающим факторам: воздействию света, высоких и низких температур, влаги, различных химических реагентов, абразивных материалов и т.д. В рамках этой первой группы специальных лаков рассматриваются так называемые барьерные лаки.

**Барьерные лаки** — это покрытия, которые придают поверхности барьерные свойства по отношению к чему-либо. Чаще всего они используются при изготовлении пищевой упаковки, так как продукты содержат в себе различные вещества, легко впитывающиеся в бумагу или картон. Раньше единственным способом придания картону жиро- и влагонепроницаемости было ламинирование, которое обеспечивало поддержание этих параметров на высоком уровне, но являлось довольно дорогостоящим процессом. Барьерные лаки позволяют получить эти свойства при нанесении на обратную сторону картона. Как правило, они сертифицированы на прямой контакт с пищевыми продуктами, что значительно упрощает их использование. Изготавливаются такие лаки обычно водоразбавляемыми (реже — на органических растворителях), способ нанесения — флексографская или глубокая печать. Единственная проблема, которая может возникнуть при работе с барьерными лаками, — это необходимость нанесения очень большого слоя (достаточное количество лака напрямую зависит от пористости поверхности и обычно составляет 10–12 г/м<sup>2</sup> влажного материала), в этом случае часто приходится наносить лак в два прогона. Барьерные лаки также могут быть как термостойкими, так и термосвариваемыми (для изготовления упаковки без применения клея). Более редкой сферой применения барьерных

лаков является упаковка для моющих средств, когда лаковая пленка является барьером для влаги и щелочи.

*Лаки с различной степенью скольжения.* Также к этой группе можно отнести покрытия, обеспечивающие оттиску различное скольжение. Существуют лаки с повышенным скольжением, нескользящие и направленного скольжения (как для игральные карт).

*Блистерные лаки* обеспечивают возможность каких-либо последующих технологических операций. Все более популярной становится блистерная упаковка, которая представляет собой картон с приваренной к нему жесткой пластиковой формой, содержащей изделие. Для изготовления пластиковой формы используются полиэтиленотересрталат (ПЭТ), поливинилхлорид (ПВХ), полистирол и др. Функция блистерного лака в данном случае — обеспечить термосвариваемость картона с этой формой. Такие лаки могут быть на водной или органической основах и предназначены для нанесения на лакировальных машинах вальцового типа. Также существуют водные лаки для нанесения через лакировальную секцию офсетной машины и органические лаки для трафаретного способа печати.

*Лаки для skin-упаковки* по своим свойствам очень похожи на блистерные, они также обеспечивают термоактивные свойства поверхности, но данный вид упаковки не является в нашей стране популярным.

Не секрет, что отлакированную упаковку в дальнейшем нужно склеить, а иногда подвергнуть горячему тиснению. Здесь на помощь приходят специальные «клеящиеся» *Уф-лаки*, которые можно покрывать обычной фольгой и склеивать специальным клеем.

*Декоративные лаки*, создают особые декоративные эффекты. Из нововведений интересно назвать металлизированные и перламутровые лаки.

*Металлизированные лаки* открывают новые возможности для эффектного украшения упаковки, этикеток и рекламной печатной продукции. На оттиски можно наносить «золотой» или «серебряный» лак светлого, среднего или темного оттенка. Причем по качеству этот способ нанесения металлизированного лака сравним с пе-

чатку металлизированными красками. Однако в противоположность закрепляемым окислительной полимеризацией связующим офсетных металлизированных красок, которые при высыхании имеют характерный запах, связующие металлизированных лаков содержат вещества на основе воды, поэтому высохшая лаковая пленка практически не имеет запаха и данные лаки пригодны для отделки упаковки продуктов питания и сигарет.

Металлизированные лаки — это водные металлические пасты, предназначенные для нанесения через лакировальную секцию с камер-рачельной системой. От традиционных металлизированных масляных офсетных красок их отличает значительно больший металлический глянец. Главной трудностью при работе с этими лаками является необходимость постоянно очищать анилоксный вал, так как его ячейки быстро забиваются частицами металлической пудры.

Металлизированные лаки по составу могут быть только дисперсионными и с точки зрения используемых связующих веществ имеют такую же структуру и применяются таким же образом. Они быстро высыхают благодаря впитыванию или испарению воды.

Из-за высокой массы металлического пигмента лаки на водной основе имеют тенденцию оседать на дно емкости с лаком. Это нормальное явление, и при его возникновении лак необходимо осторожно перемешать.

*Перламутровые лаки* представляют собой обычные лаки с введенной в них добавкой, которая и придает лаковой пленке желаемый вид.

Перламутровые лаки появились на рынке совсем недавно. Они предназначены для получения перламутрового эффекта на рекламной и упаковочной продукции. Само название определяет область применения этих лаков. Они значительно улучшают восприятие таких предметов, как, например, жемчуг или автомобили, выкрашенные краской «металлик».

Перламутровые лаки бывают масляными и дисперсионными. Лак на масляной основе — так называемая белая интерференционная краска — наносится через красочный аппарат и процесс лакиро-



вания происходит по той же схеме, что и с обычными масляными лаками.

Перламутровый дисперсионный лак наносится так же как и традиционные дисперсионные лаки.

Таким образом, использованием металлизированных и перламутровых дисперсионных лаков в упаковочной печати заменяются экологически неблагоприятные технологии, такие, как, например, бронзирование, тиснение золотом, печать металлизированными и интерференционными красками и т.д. Поэтому такие лаки находят все более широкое применение для печати этикеточно-упаковочной продукции.

Очень часто заказчиком ставится задача получения очень высокого глянца, но типография не всегда обладает лакировальными машинами с УФ-сушкой, а в некоторых случаях УФ-лак слишком дорог. Для решения этой задачи могут использоваться специальные водные лаки, предназначенные для последующего горячего каландрирования, которое придает лаковой пленке очень высокий уровень глянца.

***Ароматизированные лаки.*** В настоящее время все больший интерес вызывают ароматизированные лаки. Чаще всего эти лаки применяются в печатной рекламе парфюмерии и пищевых продуктов, в детских иллюстрированных книгах, т.е. там, где наряду с визуальными особенностями предмета очень важно продемонстрировать его запах.

Секреты таких лаков лежат во внедрении в них микрокапсул с душистыми маслами. Чтобы почувствовать запах, надо слегка потереть запечатанную поверхность, и тогда оболочка капсул обогащает воздух соответствующим ароматом.

Ароматизированные лаки могут быть масляными и дисперсионными. Чаще всего для придания запаха изображению применяются дисперсионные лаки, так как они не имеют собственного запаха.

В настоящее время на Западе ароматизированное лакирование больше практикуется не в листовой, а в рулонной печати с использованием лаков горячего закрепления. В иллюстрационной рулон-

ной печати с воздушной сушкой оттисков для лакировки лучше всего подходит ароматизированный масляный лак, но его вязкость должна быть ниже, чем при лакировании в листовой печати.

## 2.5. Способы лакирования

**Гибридное лакирование.** Отделка печатной продукции методом выборочного лакирования давно стала распространенным способом оформления элитных журналов, календарей, каталогов, альбомов с репродукциями и этикеток. Выборочное гибридное лакирование иллюстраций глянцевым и матовым лаками на одном оттиске дает исключительный изобразительный эффект.

Сущность гибридного лакирования заключается в следующем: лист запечатывается краской, после чего наносится выборочный масляный офсетный лак и сплошной УФ-лак. За счет того, что офсетный лак еще не закрепился, нанесенный УФ-лак не успевает растечься по его поверхности и под действием последующего УФ-излучения моментально высыхает. Геометрия конечной структуры поверхности зависит от количества нанесенного УФ-лака, которое регулируется разными растровыми валами с различным объемом ячеек. В тех местах, где офсетный лак отсутствует, нанесенный УФ-лак дает глянцевое покрытие.

Для выборочного лакирования крупных элементов в лакировальной секции используют специальные резинотканевые полотна со съемным слоем или полиэфирные полотна, на которых вырезка осуществляется вручную или на плоттере. Однако резинотканевые полотна, как и полиэфирные, достаточно дорогие. Кроме того, изготовление форм для выборочного лакирования требует времени. Ручная вырезка на резинотканевом полотне в зависимости от сложности рисунка занимает до 1 ч. Перед этим пластину устанавливают в печатную секцию и делают на ней оттиск, чтобы потом вырезать его по контуру. Можно использовать полиэфирные полотна со светочувствительным слоем и подготовить форму на стадии допечатного процесса. После проявления и окрашивания пробельных элементов их вырезку производят осторожно, узкими полосками по 5 см.

При сложном выборочном лакировании (воспроизведении тонких штрихов, текста) и необходимости высокоточной приводки используют дорогие фотополимерные формы, которые специально заказывают в типографиях с флексографским оборудованием. Разумеется, при этом лакирувальная секция печатной машины должна быть оснащена камерно-ракельной системой нанесения лака. Однако в типографиях в основном используются двухвалковая система нанесения лака. В связи с этим полиграфисты стали искать способы выборочного лакирования без использования специальных форм.

**Лакирование с двойным эффектом масляным и ВД-лаком.** Идея наносить ВД-лак «по сырому» для получения выборочного лакирования без специальных полимерных форм повлекла за собой разработку специальных масляных, ВД- и УФ-лаков. Гибридным лакированием можно осуществить выборочное лакирование без специальных фотополимерных форм, используя обычные офсетные пластины для нанесения масляного лака. При этом удастся воспроизвести очень мелкие детали и штрихи. В гибридном лакировании используют лаки для создания двойного эффекта.

Существуют двойные эффекты двух видов: *глянцево-матовый* и *глянцево-текстурный*. Оба эффекта достигаются как при обработке в линию, так и при автономном двойном лакировании. Для получения максимального эффекта необходимо соблюдать ряд технических требований.

Листовая офсетная печатная машина с лакирувальной секцией должна состоять из следующих составных частей:

- минимум пять печатных секций (1–4 — для обычных печатных красок, 5 — для офсетного лака на масляной основе);
- лакирувальная секция с оборудованием для нанесения ВД-лаков: двухвалковое или камерно-ракельное устройство для нанесения ВД-лака с анилоксовым валиком с требуемым объемом ячеек примерно  $10\text{--}18\text{ см}^3/\text{м}^2$  и линиатурой 60 лин/см для выраженной грубой структуры покрытия («крупный песок»), 80 лин/см — для средневыраженной структуры покрытия («средний песок»), 100 лин/см — для слабовыраженной структуры покрытия («мелкий песок»).

Перед лакированием прозрачными масляными лаками используемые для этого красочные секции должны быть тщательно очищены, а поверхность красочных валиков освобождена от краски, накопившейся в порах резинового покрытия, средствами для глубокой очистки. Это необходимо для того, чтобы избежать окрашивания лака. Печатные работы проводятся без применения противоотмарывающего порошка.

Для автономного лакирования необходимы следующие составляющие:

- печатная секция для снятия противоотмарочного порошка с оттиска;
- печатная секция для нанесения офсетного лака на основе масла;
- лакировальная секция для нанесения ВД-лаков;
- ИК-сушка и обдув горячим воздухом в приемнике.

Печатные работы при автономном лакировании проводятся с минимальной подачей противоотмарывающего порошка.

*Глянцево-матовый эффект* при лакировании с двойным эффектом масляным и ВД-лаком получается следующим образом. В последней печатной секции масляный матовый лак наносят выборочно на оттиск с помощью обычной офсетной печатной формы. Водорастворимый глянцевый лак (для лакирования с двух сторон) или водорастворимый лак с высоким глянцем для создания двойных эффектов (для одностороннего лакирования) наносят на всю поверхность в линию в лакировальной секции. Рекомендуется не наносить слишком много лака (свободный объем ячеек анилоксовых валиков 10–18 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> — в зависимости от поглощающей способности запечатываемого материала). На отлакированном оттиске участки с предварительно нанесенным матовым лаком выглядят матовыми. Участки оттисков с ВД-лаком, нанесенным непосредственно на печатную краску, выглядят глянцевыми.

*Глянцево-текстурный эффект* при лакировании с двойным эффектом масляным и ВД-лаком получают так: в последней печатной секции масляный матовый лак наносят на печатную краску способом, указанным выше. Затем в лакировальной секции сплошным ла-

кированием наносят ВД-лак. При камер-рачельной системе лакирования следует использовать анилоксовый валик со свободным объемом ячеек  $10\text{--}18\text{ см}^3/\text{м}^2$  — в зависимости от поглощающей способности запечатываемого материала. Данное сочетание может использоваться только для одностороннего лакирования. На отлакированном оттиске участки с предварительно нанесенным матовым лаком демонстрируют текстурный эффект. Участки, покрытые ВД-лаком, нанесенным непосредственно на печатную краску, выглядят глянцевыми.

На металлизированных красках глянец на глянцевой лаковой пленке снижается из-за дисперсности пигмента, а на матовой лаковой пленке возрастает из-за отражающей способности мелких пластинок металлического пигмента. На матовой мелованной бумаге разница по глянту ниже, чем на глянцевой мелованной бумаге.

При лакировании необходимо учесть, что эффект нагляднее на глянцевых мелованных бумагах, особенно хорошо он виден на плашках. Кроме того, сюжет с рисунком должен подчеркивать эффект, а не снижать его. Дополнительная послепечатная обработка, например, конгревное тиснение на глянцевых участках изображения, также усиливает разницу между матовой и глянцевой поверхностями. Лучше провести предварительные пробы, чтобы увидеть, подходит ли сюжет для получения значительного зрительного контраста поверхностей. Так, при большом наложении красок в темных участках изображения может образоваться «апельсиновая корка». Если эта темная поверхность расположена на глянцевом участке, который граничит с рельефной поверхностью на более светлом фоне, то граница практически не видна.

**Гибридное лакирование масляным и УФ-лаком.** Лакирование лаком УФ-отверждения распространено не так широко, как ВД-лаком, но все же гибридное лакирование используется. Для гибридного лакирования масляным матовым и глянцевым УФ-лаком также предлагаются специальные лаки. В этом случае глянцево-матовый и глянцево-текстурный эффекты значительно сильнее, чем при лакировании лаками с двойным эффектом: масляным и ВД.

Для гибридного лакирования в линию нужно знать следующее. Нанесение лака в линию можно делать на гибридные краски (в их состав входят обычные офсетные и УФ-краски), на которые хорошо ложатся как масляные, так и УФ-лаки. Гибридные краски могут наноситься и в обычной печатной машине со стандартными валиками и офсетными резинами (при условии использования их на тиражах не более 30% от общего использования традиционных офсетных красок). После последней секции нанесения гибридной краски перед секцией нанесения масляного лака должна стоять УФ-сушка. Гибридные краски рекомендуется использовать типографиям, которые хотят расширить ассортимент печатной продукции, используя необходимое оборудование. Они позволяют избавиться от дефекта «проваливания» УФ-лака при лакировании в линию обычных красок. Этот дефект возникает при УФ-лакировании по водному лаку-праймеру на высоких скоростях в местах интенсивного наложения красок. Также с их помощью можно получать различные дизайнерские эффекты, включая гибридное лакирование. Печатные работы проводятся без подачи противотмарывающего порошка.

Для автономного лакирования используется лакировальная система, в которую входят:

- печатная секция для снятия противотмарочного порошка;
- печатная секция для нанесения масляного лака;
- устройство для прямого последующего нанесения УФ-лака;
- УФ-сушильное устройство.

Печатные работы проводятся с минимальной подачей противотмарывающего порошка.

Глянцево-матовый и глянцево-текстурный эффект при гибридном лакировании получаются следующим образом.

Масляный лак наносят на оттиск выборочно жирным слоем и на него «по-сырому» сплошным слоем кладут УФ-лак. Там, где УФ-лак лег на масляный, возникает матовость и также текстурный эффект. На местах, где масляного лака нет, УФ-лак дает высокий глянец: создается эффект выборочного лакирования. При использовании специально разработанных лаков для гибридного способа достигается особенно сильный эффект.

*Глянцево-матовый эффект* при лакировании масляным и УФ-лаком получается следующим образом.

В последней красочной секции на сухой оттиск, отпечатанный обычными красками, наносится офсетный масляный лак (противоотмарывающий порошок снимается в предыдущей секции). В лакировальной секции сплошным слоем кладется УФ-лак. При этом нужно помнить, что нанесенная масса лака непрочная. Рекомендуется использовать анилоксовый валик с ячейками  $14\text{--}17\text{ см}^3/\text{м}^2$  (при нанесении валиками не менее  $10\text{ г}/\text{м}^2$ ). Участки печатного листа, на которых УФ-лак соприкасается с масляным, выглядят матовыми, а те, на которых лак лежит непосредственно на красках — глянцевыми.

*Глянцево-текстурный эффект* при лакировании масляным и УФ-лаком получается так: в последней красочной секции на сухой оттиск, отпечатанный обычными красками, наносится офсетный масляный лак (противоотмарочный порошок снимается в предыдущей секции). В лакировальной секции на масляный лак накладывается УФ-гибридный лак. При этом нужно использовать растровый валик с крупными ячейками  $18\text{--}20\text{ см}^3/\text{м}^2$  (при нанесении валками — не менее  $10\text{ г}/\text{м}^2$ ). В тех местах оттиска, где лежит масляный лак, на лаковой пленке возникает текстурная поверхность, а на участках, куда нанесен только УФ-лак, лаковая пленка имеет высокий глянец.

Оба эффекта зависят от массы наложенного слоя масляного лака. Этот слой должен быть достаточно высоким. Результат очень сильно зависит от качества применяемой бумаги, скорости машины и качества использованных красок. Для того чтобы избежать излишне высокой температуры в стапеле, УФ-сушка должна иметь мощность излучения, реально необходимую для использования.

Следует отметить, что гибридное лакирование с применением лаков с двойным эффектом как для пары масляный и ВД-лак, так и для пары масляный и УФ-лак имеет экономическое преимущество, а также не требует изготовления, доставки и установки специальной фотополимерной формы. Описанные выше способы гибридного лакирования позволяют получить выборочное лакирование на офсет-

ных печатных машинах с воспроизведением тонких элементов изображения без специальных дорогостоящих форм.

## 2.6. Оборудование для лакирования

Операция лакирования на листовых печатных машинах производится в специальных лакировальных аппаратах, которые различаются по конструктивному исполнению. Выделяют два типа лакировальных аппаратов — валковый и камерно-ракельный.

**Валковый лакировальный аппарат** включает в свой состав три валика (цилиндра): хромированный дукторный *A*, обрезиненный дозирующий *B* и хромированный накатной *C* (рис. 2.1). Дукторный цилиндр располагается в корыте с лаком. Количество подаваемого лака плавно регулируется путем изменения скорости вращения дукторного цилиндра, имеющего индивидуальный привод.



Рис. 2.1. Схема лакировального аппарата валкового типа:

*A* — хромированный дукторный валик; *B* — обрезиненный дозирующий валик;  
*C* — хромированный накатной валик

Для формирования равномерного слоя лака на оттиске между дозирующим валиком и накатным цилиндром в лакировальном



аппарате реализуется реверсивное проскальзывание, которое обеспечивается встречным вращением валиков относительно друг друга. Подобная конструкция, в отличие от двухвалковых аппаратов, используемых в печатных машинах других производителей, позволяет осуществлять более качественное и стабильное нанесение лаковой пленки на поверхность оттиска.

**Камерно-ракельный лакировальный аппарат.** В настоящее время большинство производителей печатного оборудования рекомендует использовать камерно-ракельные лакировальные аппараты для нанесения УФ-лака в линию. Основное преимущество данных аппаратов — более точная и стабильная дозировка требуемого количества лака вне зависимости от скорости работы печатной машины. Однако, чтобы иметь возможность варьировать количество наносимого лака в разных заказах, типография должна иметь в наличии два или более растрованных (анилоксовых) цилиндра с разным объемом ячеек.

Подача лака осуществляется через закрытую камеру *A*, ограниченную двумя rakelами (рис. 2.2). Ракели взаимодействуют с покрытым керамикой растрованным (анилоксовым) цилиндром *B*, который выполняет функцию накатного цилиндра, так как обеспечивает подачу лака на формный цилиндр. Верхний ракель снимает излишки лака с растрованного цилиндра, а нижний предотвращает вытекание лака из камеры.

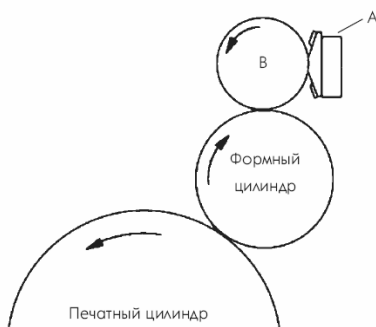


Рис. 2.2. Схема камерно-ракельного лакировального аппарата:  
А — закрытая камера; В — цилиндр

При нанесении УФ-лака в линию в приемно-выводное устройство печатной машины монтируется УФ-сушка, а также системы охлаждения оттисков и отвода озона.

**Лакирование через увлажняющий аппарат офсетной печатной машины.** В данном варианте наиболее часто используется однокрасочная офсетная печатная машина, дополнительно оснащаемая ИК- или УФ-сушильным устройством. Лак подается через увлажняющий аппарат печатной машины на офсетную форму, затем последовательно на офсетное полотно и далее на бумагу.

Варианты установки сушильных устройств варьируются в зависимости от конструктивных особенностей модернизируемой печатной машины. В машинах с высокостапельным приемным устройством сушка устанавливается в системе цепного выводного транспортера. При таком варианте установки сушки имеется ряд существенных недостатков, особенно заметных при УФ-лакировании. Из-за короткого пути проводки листа от момента нанесения слоя лака в печатной паре до момента вхождения листа в зону сушки недостаточно времени для спада механических напряжений в слое и не происходит образования равномерной структуры поверхности лаковой пленки, что снижает значение глянца лакового слоя. Из-за ограниченного пространства рядом с сушкой невозможно установить рефлекторы с эффективным воздушным охлаждением УФ-ламп в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Установка рефлекторов с водяным охлаждением требует применения габаритных сложных устройств для циркуляции и охлаждения воды. Вследствие вышеуказанных нарушений технологии сушки УФ-лак попадает на захваты цепного транспортера и полимеризуется при прохождении захватами зоны УФ-сушки, что приводит к их преждевременному выходу из строя. Вышеуказанных недостатков лишен второй вариант оснащения офсетной печатной машины УФ-сушильным устройством — установка транспортирующего вакуумного тefлонового конвейера в зоне приемно-стапельного устройства печатной машины.

Путь прохождения листа существенно удлиняется, достаточно места для установки УФ-сушильной камеры с воздушным охлажде-

нием, нет проблем с загрязнением захватов цепного выводного транспортера. Кроме того, существенно повышается пожарная безопасность машины за счет возможности установки подъемных пневматических цилиндров, автоматически поднимающих камеру УФ-сушки при аварийной остановке машины. Обычно конвейер с сушильным устройством устанавливают в моделях машин с низкостапельной приемкой. Вывод лакированных листов с конвейера может осуществляться просто на приемный стол или в дополнительное автоматическое приемно-стапельное устройство, устанавливаемое на выходе листов с конвейера. Независимо от варианта установки сушильного устройства способ нанесения лака через увлажняющий аппарат офсетной машины имеет общие недостатки, делающие невозможным достижение высоких декоративных свойств наносимого лакового покрытия.

Промежуточное разделение слоя лака в зоне контакта формного и офсетного цилиндров и отсутствие необходимых точных регулировок количества подаваемого лака в системе увлажняющего аппарата не позволяют наносить на бумагу слой лака большой толщины. Кроме того, очень важно иметь систему замкнутой циркуляции лака, подключаемую к ванне, из которой лак подается в машину через валы увлажняющего аппарата. Традиционные офсетные печатные машины не оборудованы такой системой, что требует дополнительных затрат на ее установку. Для качественного УФ-лакирования требуется также подогрев лака в емкости, из которой лак подается насосом в ванну увлажняющего аппарата. Отсутствие системы нагрева и термостатирования УФ-лака не позволяет поддерживать требуемую вязкость в процессе работы, без чего невозможно качественное УФ-лакирование, особенно картона.

Очень часто зарубежные продавцы подержанного полиграфического оборудования предлагают российским предприятиям для использования в целях УФ-лакирования подержанные офсетные печатные машины, оснащенные УФ-сушкой в одном из двух вышеуказанных вариантов. Исходно эти, «переделанные» под УФ-лакирование, машины использовались для печатания УФ-красками, но преподносятся не-

искушенному покупателю как самый дешевый вариант решения проблемы УФ-лакирования. На самом деле такой способ не позволяет получить сколько-нибудь приемлемого качества лакировки по причинам, указанным выше. Кроме того, печатную машину уже невозможно использовать для обычного печатания, так как смывка и настройка увлажняющего аппарата требуют несколько часов, что в практических условиях производства неприемлемо.

**Листовые лакировальные машины** — наиболее эффективный высокоскоростной вид специализированного оборудования для лакирования листовой печатной продукции. Существуют два основных конструктивных принципа построения листовых лакировальных машин: захватного и беззахватного типа.

*Листовые лакировальные машины захватного типа* предназначены для избирательного и сплошного лакирования бумаги и картона. Термин «захватного» типа подразумевает тот же принцип проводки листа, что и в листовых офсетных печатных машинах. Лист проводится в печатной паре захватами печатного цилиндра, удерживающими лист за переднюю кромку, и выводится из машины цепным транспортером, несущим несколько штанг с захватами, в приемное устройство или на конвейер с сушильным устройством. Конструкция лакировальных машин захватного типа аналогична конструкции лакировальных секций листовых офсетных печатных машин.

До недавнего времени производители лакировальных машин захватного типа использовали конструкцию с сушильным устройством, установленным в зоне проводки листа цепным транспортером. Такая конструкция не лишена недостатков, указанных выше, особенно существенных в случае УФ-лакирования. Поэтому в настоящее время широкое распространение получила конструктивная схема построения УФ-лакировальных машин с выводом листов на вакуумный конвейер с УФ-сушкой и последующим выводом листа в автоматическое приемно-стапельное устройство.

Все листовые лакировальные машины захватного типа оборудованы каскадным пневматическим самонакладом для подачи листов,

аналогичным самонакладам листовых офсетных печатных машин. Накладной стол самонаклада оборудован всеми необходимыми устройствами для точной подачи листов: датчиком двойного листа, боковыми сталкивающими упорами, передними упорами и т.п. Транспортирование листа в момент лакирования производится захватами печатного цилиндра. В конструкциях некоторых лакировальных машин для передачи листа с накладного стола в захваты печатного цилиндра используются форгрейферы различных конструкций, что позволяет работать с большой точностью подачи листов на больших скоростях.

Нанесение лака на поверхность листа происходит в зоне контакта лакировального и печатного цилиндров. Для сплошного лакирования используется офсетное резинотканевое полотно, для избирательного лакирования — гибкие фотополимерные формы высокой печати или офсетное полотно с удаленным на пробельных участках резиновым слоем. Устройство подачи лака включает накопительную емкость с подогревом и термостатом, замкнутую систему циркуляции лака, накатной и дозирующий валы. Регулировка количества подаваемого лака осуществляется с помощью изменения рабочих зазоров в парах дозирующий/накатной валы, накатной вал/формный цилиндр, а также с помощью изменения скорости вращения накатного вала. В конструкциях машин различных производителей встречаются устройства подачи лака с 2, 3 или 4 валами. Дополнительным удобством конструкций с 3 и 4 валами является возможность установки ракелей на одном из валов для ограничения зоны лакирования.

**УФ-лакировальные машины беззахватного типа** широко применяются для сплошного УФ-лакирования листовой бумаги и картона. Проводка листа по секциям машины производится с помощью вакуумного ленточного конвейера.

Нанесение лака на поверхность листа осуществляется наносящим валом, имеющим сплошное полимерное покрытие, устойчивое к агрессивному воздействию компонентов УФ-лака и его растворителей. Вместе с нижним металлическим валом, наносящий вал обра-

зует транспортирующую пару для проводки листа в момент нанесения лака.

Регулирование количества наносимого лака осуществляется путем изменения зазоров между наносящим валом и металлическим дозирующим валом, а также изменением зазора между дозирующими валами. Подача лака в лакировальную секцию осуществляется через насадку в зазор между дозирующими валами. Такой принцип построения лакировальной секции характерен для всех лакировальных машин беззахватного типа.

В конструкции высокоскоростных автоматических УФ-лакировальных машин дозирующий металлический вал имеет индивидуальный привод с возможностью изменения частоты и направления вращения. Каждый из валов оснащен специальными rakelами: для очистки поверхности вала и регулировки толщины слоя лака на поверхности вала. При такой конструкции лакировальной секции имеется возможность точной регулировки толщины слоя лака в широком диапазоне и работы с лаками с различными реологическими характеристиками.

Производители УФ-лакировальных беззахватных машин используют модульный принцип построения, позволяющий предложить потребителю широкий конструктивный ряд машин с различной степенью автоматизации и соответствующей стоимостью. Можно разделить УФ-лакировальные беззахватные машины на три основные группы:

- простые лакировальные машины с ручной или автоматической подачей листов и выводом листов на приемный стол (для УФ-лакирования картона от  $250 \text{ г/м}^2$ );
- автоматические УФ-лакировальные машины с автоматическим самонакладом и приемно-стапельным устройством (для УФ-лакирования только картона или бумаги и картона);
- автоматические УФ-лакировальные линии, имеющие в своем составе дополнительную секцию для нанесения грунтового лака и ИК-сушильное устройство (для УФ-лакирования только картона или бумаги).

У большинства производителей автоматические беззахватные УФ-лакировальные машины и линии делятся на два типа: для работы с материалами с удельным весом от  $100 \text{ г/м}^2$ , и для работы с материалами от  $250 \text{ г/м}^2$ . Причина в том, что из-за большой липкости УФ-лака, тонкий лист прилипает к наносящему валу в секции лакирования и закручивается им в направлении вращения. Для предотвращения этого эффекта на линиях, предназначенных для работы с материалами от  $100 \text{ г/м}^2$ , устанавливается специальная пневматическая пушка. В момент закручивания листа на наносящий вал, поступает сигнал от фотоэлектрического датчика и воздушная пушка струями сжатого воздуха, подаваемыми из нескольких сопел по всей длине образующей наносящего вала, отбивает передний край листа обратно на конвейер. Для материалов с удельным весом от  $250 \text{ г/м}^2$  не требуется установки в лакировальной секции устройства для отбоя листа, так как из-за большого удельного веса закручивания листа на вал не происходит. Кроме этого, машины для лакирования только картона имеют более простую конструкцию транспортирующего конвейера и ряд других технических упрощений. Стоимость линий первого типа существенно больше, чем второго, поэтому при выборе конфигурации машины следует уделять внимание данным техническим возможностям.

Секция УФ-сушки оснащается тремя УФ-лампами с суммарной мощностью излучения от 28 до 36 кВт. Охлаждение рефлекторов ламп и конвейера в секции УФ-сушки осуществляется воздухом. Точно рассчитанное воздушное охлаждение позволяет поддерживать температуру ламп в заданном диапазоне для достижения их максимальной долговечности и избегать перегрева конструкций машины. Как и любое УФ-сушильное устройство, в конструкции секции УФ-сушки лакировальной линии предусмотрен отвод озона и возможность переключения УФ-ламп на пониженный режим мощности. Отдельно следует уделить внимание устройству, предотвращающему возгорание застрявшего листа в зоне сушки. Обычно при застревании листа в секции УФ-сушки, специальное устройство мгновенно поворачивает рефлекторы с лампами на  $45^\circ$  и переключает лампы на пониженный режим мощности. Специальные прово-

лочные отсекатели листов, натянутые внутри секции, препятствуют случайному контакту листов с УФ-лампами. Широко применяется конструкция, в которой при аварийной остановке машины УФ-сушильное устройство автоматически поднимается с помощью пневматических цилиндров на безопасное расстояние от поверхности транспортирующего конвейера.

Максимальная скорость работы УФ-лакировальных линий беззахватного типа составляет 80 м/мин, что позволяет, в зависимости от формата листов, достичь производительности до 10 000 листов в час. Несмотря на такие неудобства, как большие габариты УФ-лакировальных машин беззахватного типа, их более высокое энергопотребление по сравнению с захватными машинами, невозможность избирательного лакирования, данный тип машин широко применяется для послепечатной отделки бумаги и картона, благодаря ряду технических и технологических преимуществ по сравнению с УФ-лакировальными машинами захватного типа. Среди основных преимуществ можно назвать следующие:

- возможность нанесения грунтового слоя и УФ-лака за один прогон листа;
- большая длина пути проводки листа от лакировальной секции до УФ-сушки позволяет добиться более равномерного распределения слоя лака на поверхности листа и лучшего блеска при высокой производительности;
- модульная конструкция УФ-лакировальных машин позволяет легко устанавливать различные дополнительные устройства: для удаления пыли и противоотмарывающего порошка, для обработки поверхности листа коронным разрядом, отсекателя бракованных листов и др.;
- возможность высокоглянцевого УФ-лакирования картона и бумаги невысокого качества;
- обеспечение большей безопасности и удобства обслуживания машины.

**Листовые лакировальные машины беззахватного типа для лакирования ВД-лаком и лаками на основе ЛР по конструктивным особенностям делятся на три группы:**



- простые лакировальные машины с ручной или автоматической подачей листов и выводом листов на приемный стол (для лакирования картона от 250 г/м<sup>2</sup>);
- автоматические лакировальные машины с автоматическим самонакладом и приемно-стапелирующим устройством (для лакирования только картона или бумаги и картона);
- автоматические лакировальные линии, имеющие в своем составе дополнительную секцию горячего каландрирования для полировки лакового слоя (для лакирования только картона или бумаги и картона).

Принцип действия каландров рассматривается ниже. Нагрев в сушильном устройстве осуществляется с помощью ИК-излучателей различных конструкций (ТЭНов или кварцевых ИК-ламп). Обычно в лакировальных машинах, предназначенных для работы с ВД-лаком, общая мощность сушильного устройства значительно выше, чем в машинах для сушки лаков на основе летучих растворителей, что объясняется специфическими условиями сушки ВД-лака. Для лучшей и более производительной сушки в сушильных камерах предусматриваются вентиляционные устройства для воздушного конвективного обмена и удаления продуктов испарения растворителя.

**Каландры.** Для придания большего блеска оттискам, лакированным ВД-лаками или лаками на основе ЛР применяют технологию горячего каландрирования. Принцип горячего каландрирования и достигаемый эффект можно наглядно представить, проведя аналогию с операцией глянцеваания снимков на фотобумаге, используемой в фотографии.

Суть процесса горячего каландрирования заключается в полировке слоя лака на бумаге горячей стальной лентой, имеющей высокую чистоту поверхности. Процесс каландрирования протекает в несколько стадий. Сначала оттиск под давлением вводится в контакт с движущейся бесконечной полированной лентой, нагретой до рабочей температуры 110°–120° С. В результате воздействия высокой температуры лаковый слой размягчается и его поверхность становится более гладкой (полируется). Оттиск прилипает к поверхности

ленты и движется вместе с ней в зону охлаждения. В зависимости от типа связующего, температуры нагрева и других факторов, требуемое время контакта оттиска с горячей лентой составляет 5–15 с. Продолжительность контакта оттиска с лентой варьируется за счет изменения скорости движения ленты. Затем оттиск охлаждается до температуры 70–90° С, в результате чего происходит его отделение от поверхности стальной ленты. Далее происходит охлаждение оттиска до обычной температуры для полного затвердевания и фиксации структуры поверхности лакового слоя.

Внутри машины движется стальная бесконечная полированная лента, натянутая на двух барабанах, один из которых является приводным. Натяжение ленты на барабанах осуществляется винтовым механизмом. Нагрев ленты производится с помощью кварцевых ИК-излучателей, установленных на всем пути движения ленты. Подача листов в машину осуществляется оператором вручную со стола лакированной стороной листа вверх. Лист вводится в зазор между лентой, натянутой на приводном барабане, и нижним прижимным валом. Давление (рабочий зазор) в зоне контакта между прижимным валом и поверхностью ленты регулируется с помощью механизма изменения рабочего зазора. В результате прижима листа к нагретой ленте, он прилипает к ней по всей поверхности и движется вместе с лентой в зону охлаждения. В зоне охлаждения лист обдувается снизу панелью вентиляторов, что приводит к снижению температуры листа на 20–30° С. Лаковый слой теряет свою липкость, лист легко отделяется от поверхности ленты при изгибе ее на барабане, и выводится на приемный стол.

По конструктивным особенностям каландры можно разделить на следующие группы:

- простые каландры с ручной или автоматической подачей листов и приемкой листов на стол;
- автоматические каландры с автоматической подачей листов и приемно-стапелирующим устройством.

В конструкциях каландров используют разные способы нагрева глянцеваальной ленты: электрические ИК-излучатели, камеры с па-

ровым нагревом, газовый нагрев открытым пламенем. Следует отметить, что дешевый способ нагрева с помощью газовых горелок не требует наличия газовой сети на предприятии. Работа каландров с газовым нагревом обеспечивается с помощью бытовой газобаллонной аппаратуры. Обычно для увеличения производительности автоматические каландры комплектуются дополнительной секцией охлаждения поверхности листа перед его выводом в стapel. Охлаждение производится при прохождении листа между двумя валами, один из которых — металлический, снабжен внутренней системой циркуляции воды, являющейся теплоносителем в процессе охлаждения. Дополнительное охлаждение позволяет быстро снизить температуру листа для предотвращения слипания листов в стape. Существуют конструкции лакировальных машин, в которых каландр устанавливается на линии: лакирование и последующее каландрирование производятся сразу за один прогон листа.

## **2.7. Качество лакирования, дефекты при лакировании и способы их устранения**

**Качество лакирования** контролируется в соответствии с техническими требованиями:

- оттиски после лакирования не должны изменять своего цвета, лишь в отдельных случаях допускаются незначительные отклонения. Это требование не относится к случаям, когда используют металлизированные лаки;
- блеск лакированной поверхности должен соответствовать требованиям оформления и характеру печатной продукции;
- лакированная поверхность должна быть ровной, без полос и просветов, затеков и пузырей. Обычно она становится водостойкой и прочной к истиранию;
- печатная продукция после лакирования не должна деформироваться и скручиваться;
- слой лака должен прочно соединяться с бумагой и оттиском и не отслаиваться при сгибе листа.

Блеск поверхности отлакированных листов контролируется блескомером или визуальным сравнением их с утвержденным эталоном. Равномерность лакового покрытия, отсутствие полос, просветов, пузырей и загрязнений проверяются визуально. При перегибе листа лицевой стороной наружу контролируется адгезионная прочность соединения. Она считается достаточной, если при однократном перегибе не наблюдается отслаивание лакового покрытия от поверхности. Отлакированные листы не должны скручиваться и коробиться. Это проверяют после выдерживания листов в стопе. При выходе отлакированных листов из сушильной камеры машины слой лака на них должен быть сухим. Высыхание лака проверяется прикосновением пальца к лаковому покрытию после выхода листа из зоны охлаждения. Палец не должен даже легко прилипнуть к лаковому слою.

Слипание оттисков после сушки проверяют при выдерживании оттисков в стопе под нагрузкой. По внешнему виду лаковый слой должен быть прозрачным и бесцветным, если лакирование проводили прозрачными бесцветными лаками. Цветовая гамма изображения на листах после лакирования должна оставаться без заметных изменений. Контроль проводится визуально или колориметрическим способом путем сравнения цветовой гаммы изображения на листах печатной продукции до и после лакирования.

Прочность печатной краски к лакированию оценивается в баллах следующим методом. Определяется способность краски окрашивать листы фильтровальной бумаги, пропитанной растворителем или пластификатором, входящим в состав лака. При соприкосновении с оттисками число окрашенных листов и соответственно прочность к лакированию бывают различными.

Лабораторный контроль качества лака необходимо проводить в соответствии с нормативно-технической документацией. По различным методикам определяют:

- вязкость — по вискозиметру, по времени истечения лака (с помощью секундомера);

- содержание летучих и нелетучих веществ — при высушивании в сушильном шкафу, взвешивании и вычислении соответствующей доли веществ в рабочем растворе лака;
- цвет — путем визуального сравнения лака, налитого в пробирку, с пробирками йодометрической шкалы;
- продолжительность и степень высыхания — при сушке слоя лака на оттиске в сушильном шкафу;
- блеск — с помощью фотоэлектрического гониофотометра, прибора для измерения отраженных от поверхности оттиска световых потоков;
- эластичность — по шкале гибкости путем изгибания пластинки со слоем лака вокруг стержней различного диаметра.

В процессе лакирования могут возникнуть такие **дефекты**, как пробелы и пятна в лаковом слое или неровности лакового покрытия. Причиной их возникновения может быть неправильная регулировка положения валиков лакировального аппарата. Следует проверить равномерность расстояния между валиками, их параллельность, а также расстояние между валиком и опорной поверхностью цилиндра. Если на поверхности валиков обнаружены дефекты, их исправляют шлифовкой.

*Продольные полосы* на листе могут появиться в результате недостаточной толщины лакового покрытия. Чтобы увеличить толщину наносимого слоя, следует увеличить расстояние между валиками лакировального устройства.

Если на лаковом слое появляются *поперечные полосы*, это также свидетельствует о недостаточном количестве лака, подаваемого из лакировального устройства. Необходимо проверить вязкость рабочего раствора лака и увеличить его подачу.

*Пузыри, затеки* или *полосы* на листе свидетельствуют о чрезмерном давлении между лакировальным валиком и лакируемой поверхностью. В этом случае следует тщательно отрегулировать давление и проверить состояние декеля и плотность натяжки.

*Образование складок* на листе в процессе лакирования возможно в результате неточной регулировки положения листа относительно

передних упоров. В первую очередь проверяют положение листа относительно передних упоров, работу захватов, а также положение лакировального валика.

В результате нарушения режима сушки или неправильного выдерживания листов в стопе может произойти их *слипание*. Чтобы устранить это, требуется нормализовать режим сушки, интенсифицировать охлаждение листов, а также уменьшить высоту стопы отлакированной продукции в соответствии с практически установленной нормой.

Неправильный режим сушки и охлаждения лакированной продукции может вызвать ее *коробление*. В этом случае требуется проверить работу сушильного устройства и вентиляционные системы.

Если наблюдаются *перебои в подаче листа*, необходимо опустить листоотделяющие и листотранспортирующие присосы, проверить правильность установки стола и положения щеток. Вакуум в присосах увеличивают путем регулирования клапана на вакуум-насосе. При подаче самонакладом одновременно двух листов следует усилить задний раздув, завернув регулировочную гайку на головке самонаклада у воздушного насоса. После этого установить стол и отрегулировать механизм его подъема в соответствии с сортом и форматом бумаги. При одновременной подаче нескольких листов регулируют положение щупа-сопла и механизм подъема стола.

Если листы подаются на накладной стол *с перекосом*, следует ослабить прижим того ролика, из-под которого лист раньше других выводился на накладной стол. Для выравнивания листов по боковой кромке регулируют устройство бокового равнения листа.

К помещению (участку) где проводят лакирование, предъявляют определенные требования:

- участок лакирования продукции располагается в отдельном помещении, имеющем общую приточно-вытяжную вентиляцию во взрывобезопасном исполнении;
- в помещении рекомендуется поддерживать постоянную температуру 18–20° С и относительную влажность воздуха 40–60%;

- помещение должно иметь равномерное комбинированное освещение, обеспечивающее в зоне работы освещенность 1000 люкс при использовании газоразрядных ламп;
- системы общеобменной вентиляции и местной вытяжки разделяют. Приточный воздух для компенсации вытяжки подается в рабочую зону помещений. С помощью общеобменной вытяжки из цехов удаляется воздух (из верхней зоны помещений); кратность обмена воздуха определяется из расчета полного удаления вредных веществ.

Степень пожарной и взрывной опасности различных жидкостей зависит от температуры вспышки их паров, температуры воспламенения и самовоспламенения, предела взрываемости смесей паров с воздухом, испаряемости и плотности как самой жидкости, так и ее паров. Наиболее пожароопасны те жидкости, у которых температура вспышки паров ниже 450° С, а нижний предел образования взрывоопасных смесей с воздухом составляет меньше 10% по отношению к объему воздуха.

Смывочные и смазочные вещества и растворители (бензин, ацетон, этилацетат, бутилацетат, толуол и др.), необходимые для работы, хранят в небольших, плотно закрывающихся металлических сосудах. Запас этих жидкостей не должен превышать суточной потребности цеха. Хранить легковоспламеняющиеся жидкости в стеклянной таре воспрещается.

Для предотвращения возможности возникновения взрывов в помещениях необходимо иметь: надежную изоляцию на горячих поверхностях; воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией; освещение и электрооборудование во взрывозащищенном исполнении.

Необходимо подчеркнуть, что нужно обязательно контролировать листы в стопе минимум первые два часа после лакирования и не стоит формировать штапели высотой более 80–100 см, особенно в случае двустороннего лакирования.

Рекомендации к условиям **хранения** лакированных отсков:

- следует поддерживать климат склада сухим, не очень холодным и не очень жарким (особое внимание при работе с лаками «скин-блистер»!);
- не рекомендуется хранить более 6 месяцев лакированные оттиски, предназначенные для последующего тиснения фольгой;
- для оттисков под склейку необходимо заранее, до нанесения лака, подобрать совместимые лак и клей;
- при использовании любых вариантов послепечатной обработки лакированных оттисков (высечки, биговки, приваривания блистерной формы и т.д.) нужно заранее (до нанесения лака!) изучить его возможности, и точно следовать технологическим инструкциям.

### **Контрольные вопросы**

1. Определите назначение и разновидности лакирования.
2. Назовите виды лаков и технологии лакирования.
3. Какие масляные лаки и особенности лакирования ими Вы знаете?
4. Назовите особенности лакирования и технологию работы с использованием ВД-лаков.
5. Назовите особенности лакирования и технологию работы с лаками на ЛР.
6. Назовите особенности лакирования и технологию работы с УФ-лаками.
7. Как проводят контроль качества и какие проблемы возникают при УФ-лакировании?
8. Определите основные правила техники безопасности при работе с УФ-отверждаемыми материалами.
9. Какие лаки специального назначения Вы знаете?
10. Что такое гибридное лакирование?
11. Какое оборудование для лакирования Вы знаете?
12. Как определить качество лакирования, какие дефекты возникают при лакировании и какими способами их устраняют?



### 3. ЛАМИНИРОВАНИЕ, ПРИПРЕССОВКА И КАШИРОВАНИЕ

#### 3.1. Виды ламинирования, припрессовки, каширования

**Ламинирование** (от нем. *laminiere* — прокатывать; фр. *laminer* — плосить; лат. *lamina* — пластинка, полоска) — это покрытие полиграфической продукции пленкой или соединение двух или более материалов с помощью склеивающего вещества, либо нанесение на один материал расплава другого материала. Материал, получаемый в результате ламинирования носит название *ламинат*.

**Припрессовка** — это разновидность ламинирования, процесс соединения прозрачной пленки с запечатанной и незапечатанной бумагой, картоном путем температурного и силового воздействия или приклеивания.

**Каширование** — процесс клеевого соединения непрозрачных материалов. Каширование непрозрачными материалами используется, например, при производстве упаковки из гофрокартона для соединения предварительно запечатанного листа с гофрированной основой.

Ламинирование (припрессовка) служит не только средством оформления изданий, кредитных карточек, удостоверений, но и придает им зеркальный блеск, гладкость, механическую прочность, долговечность, защиту от загрязнения, истирания, механических повреждений и подделки.

Однако ламинирование, необходимое для получения большинства гибких упаковочных материалов, доступно далеко не всем предприятиям: даже многие крупные компании России не имеют машин для качественного выполнения этой операции. Практически предложение ограничивается дуплексным (двуслойным) ламинированием, хотя есть большой спрос на триплексные и более сложные ламинаты.

*Ламинат* — материал сложной структуры, обладает физически, химическими и механическими свойствами, образующимися в результате комбинации свойств составляющих его материалов. Например, пленочные ламинаты обладают защитными свойствами составляющих их пленок (например, ламинат ПВХ/ПЭ поглощает УФ-лучи и предотвращает потерю цвета упакованных в него мяса или овощей). Механические свойства могут быть значительно улучшены, если в ламинате сочетаются разные типы пленок. Так, ламинат ПЭТФ/нейлон/ПЭВД отличается высокой прочностью на разрыв, в то же время обладая хорошими защитными свойствами от влажности и окисления.

Таким образом, каждый из составляющих ламинат материалов вносит свои полезные свойства, а их сочетание, взаимное влияние и даже усиление качеств образует совершенно новый материал.

Ламинирование прозрачной пленкой позволяет получить на поверхности обложки, этикетки или упаковки прозрачное полимерное покрытие толщиной до 50 мкм, улучшающее внешний вид обложки, этикетки или упаковки, а также значительно повышающее их стойкость к физическим и химическим воздействиям. При производстве картонной пищевой упаковки покрытие может наноситься на незапечатанную сторону картона для защиты упаковки от воздействия упаковываемого продукта.

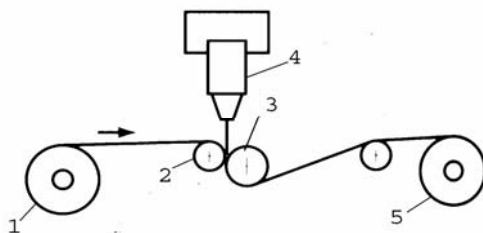
Припрессовка пленки может быть применена для отделки изданий в обложках типа 1–4, в переплетах типа 5, 7, 8, 9, суперобложек, открыток, буклетов, проспектов.

Процессы ламинирования можно классифицировать по типу склеивающего вещества, используемого в производстве ламината, по расположению сушильного устройства и наличию растворителя, по наличию или отсутствию нагрева материалов:

- экструзионное;
- с использованием расплавов;
- клеевое;
- бесклеевое;
- мокрое;

- сухое;
- сольвентное;
- бессольвентное;
- восковое;
- горячее;
- холодное.

**Экструзионное ламинирование** — процесс нанесения на поверхность оттиска расплава полимера. Расплав может наноситься на различные материалы: бумагу, полимерные пленки, фольгу, ткань и т.д.



*Рис. 3.1.* Схема устройства для экструзионного ламинирования:  
 1 — устройство размотки; 2 — каландр; 3 — охлаждающий цилиндр каландра;  
 4 — экструдер; 5 — устройство намотки

Нанесение расплава полимера на материал-основу осуществляется экструдером с плоскощелевой головкой (рис 3.1). Для получения хорошей адгезии материал основы предварительно нагревается, причем температура нагрева может превышать 300° С. Для улучшения адгезии может использоваться также предварительное нанесение на основу специального клея (адгезива). Расплав припрессовывается к основе в каландре, после чего получившийся многослойный материал охлаждается.

Основная область применения экструзионного ламинирования — производство многослойных упаковочных материалов на основе фольги, бумаги, полиэтилена, предназначенных, например, для упаковки жидких пищевых продуктов.

**Ламинирование с использованием расплавленного полимера** в качестве связующего вещества является технологией, производной от покрытия методом экструзии. Она находит применение при массовом производстве крупных партий промышленных ламинатов с использованием алюминиевой фольги и бумаги, реже — с различными по химическому составу пластмассовыми пленками. Соединение двух лент из различных материалов происходит здесь при участии тонкой струйки расплава полимера выдавливаемого из плоской дюзы (сопла). Чаще всего применяют расплав полиэтилена низкой плотности (ПЭНП). Расплавленный полиэтилен подают из щелевой дюзы (фильеры, головки) экструдера непосредственно на соединяемые материалы. Соединяемые материалы дожимным роликом прижимаются к охлаждающему цилиндру (*chill roll*).

**Ламинирование с использованием синтетического воска.** Ламинирование с использованием расплавов может осуществляется также путем нанесения между соединяемыми слоями расплавленных смесей воска и полимера, обычно сополимера этилена с винилацетатом. Расплавленная масса с помощью вала наносится на один из слоев, который соединяется с другой лентой материала при использовании сжимающих валов. Эта система ламинирования применяется, главным образом, для соединения алюминиевой фольги с различными видами бумаги. Стойкость слоев к отрыву в этой системе значительно ниже по сравнению с прочими системами ламинирования. Этот тип ламинирования применяется для изготовления упаковки для жевательной резинки, сыров и т.п.

В зависимости от способа соединения основы и покрытия различают **клеевую** и **бесклеевую припрессовку**.

При **клеевой припрессовке** на полотно покровного материала наносится адгезив, после чего осуществляется склейка с материалом основы. Параметры процесса ламинирования в значительной степени зависят от свойств клея. Клей должен быть прозрачным, бесцветным и обладать хорошей адгезией к склеиваемым материалам.

При *бесклеевой припрессовке* используются двухслойные пленки, состоящие из основы и термопластичного слоя, материал которых при расплавлении выполняет функции адгезива, т.е. способен заполнять неровности поверхности материала основы и обеспечивать прочное скрепление ее с покрытием. При прохождении через ламинатор термопластичный слой расплавляется и под воздействием давления соединяет пленку с основой. После охлаждения полимер затвердевает, обеспечивая прочность соединения. Скорость процесса бесклеевого каширования ограничивается достаточно большим временем нагрева термопластичного слоя.

Клеевая припрессовка отличается от бесклеевой более высокой скоростью технологического процесса и прочностью соединения основы и покрытия.

Приклейка полимерной пленки с использованием клея на основе растворителей может производиться по двум схемам: «сухой» и «мокрой».

*«Мокрая» припрессовка* — это процесс, при котором склеиваемое вещество во время соединения двух материалов находится в жидком состоянии (рис.3.2). При «мокрой» склейке припрессовка полотен осуществляется непосредственно после нанесения на полимерную пленку клея, и только затем производится сушка. Эта система применяется чаще всего для ламинирования алюминиевой фольги различными видами бумаги или картона. Это наиболее популярный способ получения дуплексных ламинатов, в том числе весьма распространенного в производстве гибкой упаковки «бумага – клей – алюминиевая фольга». Чем выше гладкость бумажной поверхности, тем меньше расход клея. Двухслойные ламинаты алюминиевой фольги с бумагой являются самостоятельным продуктом и заготовками для последующего экструзионного покрытия их полиэтиленом.

При «мокром» способе с целью экологической безопасности процесса используют водные растворы или дисперсии высокомолекулярных веществ — как крахмальный, так и синтетический клей. Вода при этом постепенно испаряется через один из материалов.

Клей наносится на менее впитывающий материал — алюминий. Сразу после этого выполняется соединение бумаги с фольгой, смазанной клеем. Ламинирующая секция включает хромированный и обрезиненный цилиндры. Вода, содержащаяся в клее, выпаривается циркулирующим воздухом в сушильном тоннеле при высокой температуре. После высушивания готовый материал наматывается на бобину.

Для быстрого высыхания клея материала основы должен быть пористым и позволять испаряться растворителю.

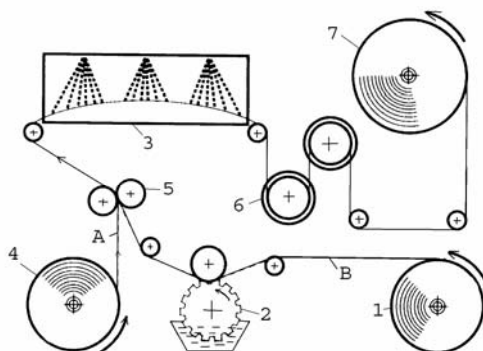


Рис. 3.2. Схема устройства для «мокрой» припрессовки: 1 — размотка материала A; 2 — нанесение покрытия гравированным валом; 3 — сушка; 4 — размотка материала B; 5 — секция ламинирования; 6 — охлаждающие барабаны; 7 — намотка готового ламината

Удаление растворителя (в данном случае воды) из клея происходит в туннельной сушилке после соединения слоев. Необходимым условием получения качественного изделия является применение в качестве одного из слоев бумаги, образующей пористый слой, позволяющей воде испаряться. Для «мокрого» ламинирования используются как крахмальные, так и синтетические клеи. Эта система применяется чаще всего для ламинирования алюминиевой фольги различными видами бумаги или картона. Чем глаже бумажная поверхность, тем меньше расход клея. Двухслойные ламинаты алюми-

ниевой фольги с бумагой являются самостоятельным продуктом и заготовками для последующего экструзионного покрытия их полиэтиленом.

При «сухой» *припрессовке* пленка после нанесения на нее клея сушится, и только затем осуществляется припрессовка. Технология сухого ламинирования считается более универсальной, так как позволяет соединять практически любые материалы. Недостатком этого метода является возможность деформации пленок с низкой теплостойкостью в сушильной камере.

В технологии «сухого» ламинирования чаще всего используются двухкомпонентные полиуретановые клеи с растворителем. Полимеризация полиуретана начинается после смешивания составных частей и усиливается во время испарения растворителя в туннельной сушилке. Ускорения полимеризации, а значит, увеличения стойкости соединения слоев ламината, добиваются путем подогрева ламинирующего цилиндра. Технология сухого ламинирования с растворителем традиционно используется в производстве ламинатов, являющихся взаимным соединением пленок из «несовместимых» полимеров разной химической природы и полярности, например: полиамид/ПЭ низкой плотности, полиэтилентерефталат ПЭ низкой плотности. Таким способом получают рулонные материалы в виде металлизированных пленок, а также пластмассовых пленок с алюминиевой фольгой.

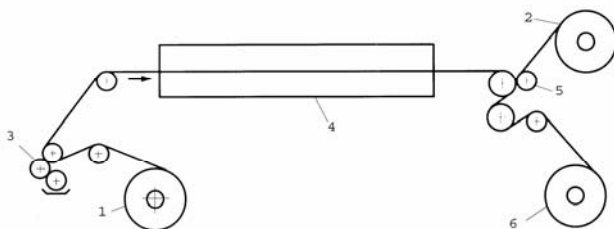


Рис. 3.3. Схема устройства для «сухого» ламинирования:

1, 2 — устройства размотки; 3 — клеевой аппарат;  
4 — сушильное устройство; 5 — ламинатор; 6 — устройство намотки

Использование клея, не содержащего растворителей, например однокомпонентного полиуретанового или УФ-клея, позволяет упростить процессы ламинирования (припрессовки), обуславливает возможность приклейки очень тонких и неустойчивых к нагреванию пленок.

При *сольвентной припрессовке* используется растворитель во время нанесения клеевого состава, а при *бессольвентной припрессовке* применяется обычно клей на полиуретановой основе. Используется ламинатор, состоящий из вала с эластичным покрытием и нагреваемого стального полированного вала.

Приклейка пленки может производиться как к рулонному материалу, так и к листовым оттискам. Листы подаются каскадным потоком с небольшим нахлестом друг на друга для того, чтобы лента не прилипла к обрезиненному валу ламинатора. После прохождения ламинатора полотно режется на листы.

*Сольвентная припрессовка* клеем на основе растворителя — один из наиболее широко распространенных способов. На поверхность материала наносится клей, затем происходит его сушка, причем для выпаривания растворителя требуется достаточно мощная сушка, после чего прикатывается другой материал. Эта технология позволяет припрессовать подавляющее большинство материалов и обладает рядом достоинств. Среди них высокая прочность, устойчивость к температурным воздействиям, продолжительный срок службы продукта. Нанесение клея обычно происходит с помощью вала глубокой печати.

Данную технологию можно также подразделить на *сольвентную припрессовку однокомпонентными клеями* и *сольвентную припрессовку двухкомпонентными клеями*. При использовании однокомпонентного клея можно применять только материалы с повышенной влагопроницаемостью. А для двухкомпонентных — подходят практически все материалы. Растворителем является этилацетат, обладающий высокой испаряемостью. После прохождения полотна через тоннельную сушку количество остаточного растворителя (из-за большой летучести этилацетата) в клеевом слое обычно не превы-



шает 2–3 мг/м<sup>2</sup>, а этого количества явно не хватает для ухудшения прочностных характеристик готового материала (так называемая прочность на расслаивание, которая не должна быть ниже 25 МПа). На запечатанном полотне нормальное количество остаточного растворителя составляет 10–12 мг/м<sup>2</sup>, (больше, чем при ламинации, из-за наличия малолетучих соединений в растворителях краски), что не мешает получать многослойную продукцию высокого качества.

Таким образом, при работе с двухкомпонентным клеем на основе растворителей, отсутствует необходимость использования материалов с низкими барьерными свойствами, т.е. с большой проницаемостью по влаге.

К недостаткам сольвентной технологии можно отнести более высокую стоимость клея. К достоинствам — простоту технологического процесса и обслуживания оборудования, по сравнению с обслуживанием громоздкой и достаточно капризной клеевой секции бессольвентного ламинатора. Время высыхания полотна в рулоне 5–6 часов, тогда как в бессольвентной технологии — минимум сутки, что это означает в плане общей производительности производства, вполне понятно.

***Бессольвентная припрессовка.*** В настоящее время в процессах дублирования готовых пластмассовых пленок преобладает технология без применения растворителя. При этой технологии одно- или двухкомпонентный клей, чаще всего полиуретановый, наносится в слегка подогретом состоянии. Липкий клей наносят равномерно, с очень малым расходом, около 1 г/м<sup>2</sup>. Предварительно расход клея, подаваемого из емкости, устанавливают с помощью двух валиков, вращающихся навстречу друг другу. Точная регулировка расхода клея обеспечивается с помощью клеевых валиков. Припрессовка пленки происходит в системе из трех валиков непосредственно после нанесения клея. Существенным преимуществом этого процесса без растворителя является исключение туннельной сушилки, необходимой как при «мокром», так и при «сухом» способе. Благодаря этому уменьшаются: потребление энергии и экологическая опасность в процессе ламинирования.

Развитие этой новой технологии оживило возможности межслойной печати, продукция которой отличается высокими эстетическими (видимая сквозь слой пленки печать имеет высокий блеск), функциональными (печатный текст не стирается), а также гигиеническими (отсутствует угроза непосредственного контакта пакуемого продукта с типографской краской) свойствами.

**Горячая припрессовка** — это припрессовка основы и пленки с нанесенным клеевым компонентом, который плавится при высокой температуре (в диапазоне от 90 до 115° С). Под высоким давлением (300–400 МПа) пленка с расплавленным клеевым сополимером накатывается на бумагу или картон. Соблюдение всех технологических норм (давление, температура и скорость) гарантирует высокое качество и отличную адгезию пленки к запечатанной поверхности.

**При холодной припрессовке** пленка-основа и клеевой компонент находятся отдельно. Используется различный клей (водный, полиуретановый и др.). Клей наносится на пленку, и данный материал (пленка + клей) накатывается на бумагу или картон под высоким давлением.

Максимальная ширина холодной припрессовки составляет 1140 мм, она может быть как односторонней, так и двусторонней. Толщина используемой пленки: для глянцевой — 25 мкм, для матовой — 30 мкм. Также могут быть использованы специальные пленки: металлизированные (серебро и золото), прозрачные и металлизированные голографические, иридисцентные, ацетатные, пленки с тиснением по «коже», «льну», «песку» и др.

Ниже приведены примеры ламинатов, используемых для изготовления упаковки:

- *BOPP + PE* — для упаковки крупы;
- *BOPP мет.+ BOPP* — для упаковки чипсов, орехов, шоколада;
- *PET + PE* — для упаковки майонеза, горчицы;
- *PET + BOPP мет.+ PE* — для упаковки шампуня;
- *BOPP + PP* — для упаковки специй, макарон,пельменей;
- *Al + бумага* — для упаковки маслосодержащих продуктов;
- *PE + Al + PE* — для упаковки сухого молока, кофе;

- бумага + *Al* + *PE* — для упаковки специй, чая, кофе;
  - *PE* + бумага — для упаковки медикаментов, семян.
- Здесь использованы следующие обозначения материалов:  
*ВOPP* — двухосноориентированный полипропилен;  
*ВOPP* мет. — металлизированный двухосноориентированный полипропилен;  
*PP* — неориентированный полипропилен;  
*PE* — полиэтилен;  
*PET* — полиэтилентерефталат (лавсан);  
*Al* — алюминиевая фольга.

Помимо указанных выше способов ламинирования на ламинаторах также может выполняться:

- нанесение клея холодной сварки, который используется для производства упаковки, для которой нежелательно применять термосварку (например, упаковка для мороженого или шоколадных батончиков). Контроль точного положения полосок клея относительно запечатанного изображения осуществляется с помощью системы автоматической приводки;
- нанесение поливинилденхлоридного покрытия (ПВДХ), которое улучшает барьерные свойства и повышает глянец пленки.

### 3.2. Материалы для припрессовки

Можно выделить следующие основные комбинации многослойных материалов: пленка + пленка, пленка + фольга, пленка + бумага, бумага + фольга.

Современные бессольвентные клеи позволяют изготавливать практически любые многослойные пленки из вышеперечисленных комбинаций. К сожалению, уровень материалов и парк ламинаторов, работающих в России, часто позволяют качественно изготавливать только композитные материалы из пленок. Основным недостатком бессольвентного ламинирования является невозможность обработки (конвертинга) композитного материала сразу после ламинирования. Полученный материал должен «отлежаться» не менее 24 часов. Это

не всегда устраивает заказчиков и приводит к противоречиям между ними и изготовителями упаковки: одним нужны материалы «еще вчера», другие вынуждены задерживать сдачу заказов до их полной технологической готовности (полимеризации).

Бессольвентные клеи бывают однокомпонентными и двухкомпонентными. Как правило, однокомпонентные клеи применяются при склеивании бумаги с пленкой или фольгой. При использовании двухкомпонентного клея необходимо устройство дозирования и смешения обоих компонентов: смолы и отвердителя. В нем клей подогревается до необходимой температуры и подается в кроющий узел. Обязательные условия для получения качественного материала: точный контроль температуры нагрева, точная дозировка компонентов, обогрев шлангов, по которым клей подается в кроющий узел. В обиходе это устройство называют «миксером».

«Официальное» его название — «станция смешения клея». В последнее время появились универсальные «миксеры», в которых можно использовать двухкомпонентные и однокомпонентные клеи. В России в основном используются станции смешения *Dopag*, *Contaldi*, 2 КМ, *Nordmeccanica*.

Традиционно для склеивания бумаги (картона) с пленками или фольгой используются клеи на водной основе. Сольвентные клеи по-прежнему находят широкое применение в ламинировании, однако ужесточение природоохранного законодательства во многих странах поставило перед производителями композитных материалов альтернативу: или увеличить свои расходы за счет внедрения систем сжигания остатков растворителей или перейти к использованию бессольвентного клея. Как правило, выбирается второй вариант. Стоимость камеры сжигания может превышать миллион евро. За эти деньги можно приобрести несколько новых бессольвентных ламинаторов. Для нашей страны эта проблема не столь актуальна. Причинами тому являются: довольно либеральное законодательство и (на данный момент), практически, отсутствие ламинаторов для работы с сольвентными клеями в стране.

Ламинаторы оценивают по качеству изготавливаемых композитных материалов. Комбинированный материал должен быть без-

укоризненен: равномерно прозрачен, не иметь морщин, быть проклеен по всей ширине полотна и т.п. Клей должен равномерно покрывать материал, в противном случае возникнут участки, имеющие разную толщину. На материале не должно быть «проплешин», т.е. участков, не покрытых клеем. Эти недостатки производства могут привести к потере клиентов.

Исторически основными поставщиками клея в Россию являются *Henkel* и *Bang & Bonsomer* (клеи *Morton*). В последние несколько лет на рынке появился клей марок *Coim Novacote*, *National Starch*, *Laruss*. Как правило, все фирмы предлагают бессольвентный, сольвентный, водный и холодный клей. Присутствие нескольких продавцов обостряет конкуренцию и ведет к снижению его стоимости. Микро-воски поставяет компания *Union Trade Group*.

Для ламинирования применяются различные материалы. В первую очередь — пленки: полиэтилен высокого и низкого давления, ориентированный и неориентированный полипропилен, полиэтилентерефталат, ПВХ, полиамид, целлофан различной толщины, с разными добавками и без них, металлизированные пленки и т.д.

Фольга является основным материалом для создания комбинированных материалов с высокими барьерными свойствами. К сожалению, не все российские предприятия, имеющие ламинаторы, могут выпускать многослойные материалы с фольгой. Как правило, это связано с конструктивными особенностями используемых ими машин. Этот же фактор стимулирует спрос на новые ламинаторы, способные выполнять работы с фольгой 7–9 мкм на высокой скорости.

Бумагу и картон часто применяют при изготовлении многослойных материалов. В России используются бессольвентные ламинаторы с однокомпонентными клеями. Хорошие результаты дает изготовление многослойных материалов из картона с фольгой и пленками на универсальном ламинаторе, работающем в Подмоскowie с января этого года. Там применяется сольвентный клей.

**Полимерные пленки, используемые для припрессовки и их характеристика.** Полимерными пленками называют тонкие слои из

полимерного вещества или из смеси его с некоторыми низкомолекулярными ингредиентами (пластификаторы, красители, наполнители и пр.) толщиной от 10–20 до 200 мкм и больше. Способность полимера образовывать пленку объясняется большими размерами его молекул и их характерным цепным строением, что придает молекулам полимеров гибкость.

Полимерные пленки впервые появились уже в конце XIX в. и первым потребителем нового материала стала кинофотопромышленность. Исходным сырьем для пленок явились продукты химической переработки природного полимера — целлюлозы. Сначала пленки получали из нитрата целлюлозы, а в начале 30-х гг. XX в. пленки стали изготавливать из вторичного ацетата целлюлозы. В 1950 г. фирма *Kodak* (США), а в 1954 г. фирма *AGFA* (ГДР) начали производить пленки из триацетата целлюлозы.

Огромным шагом вперед явилось изобретение вискозных пленок. Эта пленка, названная целлофаном, получила довольно широкое распространение.

Несмотря на широкое применение пленок из продуктов переработки природных полимеров, будущее принадлежит пленкам из синтетических полимеров, зарождение и развитие производства которых началось незадолго до второй мировой войны и совершенствовалось вместе с развитием науки о полимерах. Открытия русских, советских и зарубежных ученых позволили синтезировать новые материалы, которых нет в природе. Так, из продуктов коксования угля были изготовлены полиамиды, из этилена и пропилена, получаемых из нефти,— поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен, полиакрилонитрил и многие другие полимеры, из которых производят волокна и пленки.

Среди множества других новых материалов пленки из полимеров занимают одно из важнейших мест в различных областях техники и культуры. Одним из многочисленных потребителей технических полимерных пленок является и полиграфическая промышленность.

Остановимся кратко на свойствах тех пленок, которые применяют для облагораживания полиграфической продукции методом

припрессовки. Для припрессовки клеевым способом используются полипропиленовые, полиэтилентерефталатные и ацетилцеллюлозные (триацетатные и диацетатные) пленки.

**Полипропиленовая пленка.** Исходным сырьем для полипропиленовых пленок является продукт полимеризации пропилена — полипропилен.

Пропилен ( $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$ ) при обычных условиях — бесцветный газ со слабым характерным запахом; наряду с этиленом и бутиленом относится к числу важнейших видов сырья современной нефтехимической промышленности. Его получают различными методами: разделением газов нефтепереработки, содержащих олефины, пиролизом этана и пропана, содержащихся в газах нефтепереработки; пиролизом этана и высших алканов, выделенных из природного газа; пиролизом жидких углеводородов. Полимеризацию пропилена осуществляют двумя способами: полимеризацией в присутствии гетерогенных катализаторов или полимеризацией в гомогенной среде при низких температурах.

Существует ряд методов производства полипропиленовых пленок из полипропилена: прессование, полив из раствора, каландрирование и экструзия.

Наибольшее промышленное распространение получил экструзионный метод, который сводится к непрерывному продавливанию расплавленного полимера либо через плоскощелевой мундштук с последующей закалкой на охлаждающих валках или в водяной бане, либо через кольцевой мундштук с последующим раздуванием.

Экструзионная машина состоит из двух частей: приводной и рабочей. Рабочую часть или экструдер образуют: шнек, цилиндр и экструзионная головка (мундштук). Высокоскоростные машины, кроме того, имеют устройство для подачи гранул полипропилена в экструдер. Шнек транспортирует материал и превращает его в гомогенный расплав. Конструкция мундштука (экструзионной головки) должна обеспечивать равномерность течения расплава, препятствовать образованию застойных участков. Величина зазора в мундштуке для получения пленок толщиной 12–25 мкм должна

быть от 0,13 до 0,32 мм. Пленка на выходе из плоскощелевого мундштука попадает на пару приемных валков, охлаждаемых водой, затем поступает на приемные и тянущие устройства и, наконец, на обрезку утолщенных кромок и намотку.

В последнее время для улучшения физико-механических свойств полипропиленовую пленку подвергают двухосной ориентации. Ориентацией называется технологический процесс, при котором под действием внешних сил упорядочивается взаимное расположение макромолекул в аморфных и кристаллических областях полимера и устраняются дефекты в структуре цепей, что значительно повышает интенсивность межмолекулярного взаимодействия и придает полимеру новые свойства. Ориентация заключается в вытягивании пленки в двух направлениях: в направлении экструзии и перпендикулярно; при этом свойства пленки улучшаются, как в продольном, так и поперечном направлениях. Технологический процесс ориентации полипропиленовой пленки можно проводить как одновременно, так и последовательно. При *одновременной* ориентации используют специальную раму, состоящую из ряда зажимов, закрепленных на двух бесконечных цепях. При движении цепи расходятся, и зажимы растягивают пленку в стороны.

*Последовательную* ориентацию проводят в две стадии: сначала в продольном направлении, а затем в поперечном или наоборот. Приспособление для ориентации в продольном направлении состоит из набора валков, вращающихся с различными скоростями, а в поперечном — из двух бесконечных цепей, движущихся на расходящихся направляющих.

Полипропиленовые пленки обладают хорошими физико-механическими свойствами и относительно дешевы, широко используются для припрессовки к печатной продукции. Пленки из полипропилена обладают многими полезными свойствами, как например, низкой плотностью, высокой прочностью при хорошей гибкости, низкой паропроницаемостью, стойкостью к растрескиванию под напряжением, хорошими диэлектрическими свойствами. Достоинство полипропиленовой пленки — в способности ее значительно улучшать свои физико-механические свойства при двусторонней ориентации; однако



даже неориентированные пленки удовлетворяют требованиям многих отраслей промышленности.

Полипропиленовые пленки имеют: высокую механическую прочность, стойкость к истиранию, хорошую размерную стабильность и повышенную стойкость к деформации в широких пределах изменения температуры и влажности. Существенного улучшения свойств полипропиленовой пленки достигают путем ее ориентации (вытяжки) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Благодаря этому пленка приобретает ценные свойства. Ориентированные пленки имеют повышенную прочность, хорошие теплоизоляционные свойства и прозрачность. В отличие от неориентированных эти пленки не растрескиваются при низких температурах и более устойчивы к тепловому воздействию (табл. 3.1).

Полипропиленовые пленки обладают исключительной прозрачностью (95%) и глянцевистью, высокой прочностью при хорошей гибкости, низкой паропроницаемостью, стойкостью к растрескиванию под напряжением. Морозостойкость пленки сравнительно невысока — от  $-15$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Для припрессовки применяются отечественные полипропиленовые пленки марки ПП, а также итальянская пленка *Momplefan* толщиной 12 и 20 мкм.

Таблица 3.1

### Физические и физико-механические свойства ориентированной полипропиленовой пленки

Характеристики	Значения
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,902–0,907
Водопоглощение, %	0,005
Разрушающее напряжение при растяжении, кгс/см <sup>2</sup> :	
продольное	18
поперечное	16
Относительное удлинение при разрыве, %:	
продольное	80
поперечное	65
Сопrotивление излому, число двойных перегибов	более 70000
Температура плавления, °C	160–165
Температура эксплуатации, °C	от $-50$ до $+150$
Светопропускание (видимая часть спектра), %	98,5–99,5

Полипропилен обладает большой химической стойкостью; на него не действуют многие концентрированные кислоты и щелочи даже при повышенной температуре. При комнатной температуре полипропилен незначительно набухает в органических растворителях, а при температуре выше 80° С растворяется в бензоле, толуоле, хлорированных углеводородах. Высокая механическая прочность, блеск, прозрачность, эластичность пленок из изотактического полипропилена в сочетании со значительной теплостойкостью (до 130–140° С) и слабой проницаемостью для различных агрессивных сред обеспечивают более высокие эксплуатационные качества полипропиленового покрытия по сравнению с ацетилцеллюлозным.

**Полиэтилентерефталатная (лавсановая) пленка.** Исходными продуктами для изготовления полиэтилентерефталата являются диметилвый эфир терефталевой кислоты и этиленгликоль. Синтез полиэтилентерефталата осуществляют в две стадии: получение диэтилолтерефталата; поликонденсация диэтилолтерефталата.

Перерабатывают полиэтилентерефталат в различные полимерные материалы и изделия только из его расплава. Технологический процесс изготовления полиэтилентерефталатной пленки состоит из следующих операций: плавление полиэтилентерефталата; фильтрация расплава; формование аморфной пленки; вытяжка пленки; термическая обработка пленки; охлаждение и намотка пленки.

Крошку полиэтилентерефталата загружают в экструдер, где она плавится при температуре 275–285° С; затем расплав фильтруется и выдавливается через фильеру, либо в виде широкой ленты на поверхность охлаждаемого барабана, либо в виде рукава в охлаждаемую калибровочную трубу. Затем охлажденную аморфную пленку вытягивают, подвергают дополнительной обработке, если это требуется, и сматывают в рулоны.

Для получения полиэтилентерефталатных пленок с устойчивой структурой, высокими прочностными характеристиками и удовлетворительными эластическими свойствами необходима операция вытяжки аморфной пленки с последующей термической обработкой в механическом поле. Это — принцип технологии изготовления

пленочных материалов из кристаллизирующих полимеров, в которых температура стеклования значительно выше обычной комнатной температуры.

Характерная особенность полиэтилентерефталатных пленок — высокие прочностные свойства при умеренной эластичности, а также стабильность механических свойств и геометрической формы в широком диапазоне температур: от  $-70$  до  $+150$  °С.

Полиэтилентерефталатные (лавсановые) пленки обладают высокой механической прочностью, пропускают до 90% света видимой части спектра, морозостойки (хрупкость не наблюдается даже при  $-50$  °С). Для припрессовки к печатной продукции применяют пленку марки ПЭТФ толщиной 12–20 мкм. Оттиски с припрессованной полиэтилентерефталатной пленкой имеют высокие прочностные показатели, практически не деформируются и не изменяют своих свойств с течением времени (табл. 3.2).

Таблица 3.2

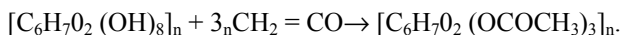
**Основные физические и физико-механические свойства  
полиэтилентерефталатных пленок**

Характеристики	Значения
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,38–1,39
Водопоглощение, %	0,3–0,5
Разрушающее напряжение при растяжении, кгс/мм <sup>2</sup>	16–24
Относительное удлинение при разрыве, %	50–130
Сопrotивление излому, число двойных перегибов	>20 000
Температура плавления, °С	250–265
Температура эксплуатации, °С	от 70 до +150
Светопропускание (видимая часть спектра), %	90

Это позволяет изготавливать пленочные материалы весьма малой толщины с удовлетворительными механическими свойствами, которые широко используют как основу для магнитных лент и неко-

торых типов кинофотопленок малой толщины с большой прочностью на разрыв и эластичностью. Полиэтилентерефталатные пленки не содержат пластификаторов и разбавителей и поэтому обладают очень хорошей адгезией к напыляемым металлам. На пленки легко наносится методом экструзии слой полиэтилена. Такие двухслойные пленки широко используют для упаковки и в оперативной полиграфии. Они обладают сравнительно хорошей влагостойкостью и газопроницаемостью, устойчивы к органическим растворителям, кислотам и различным маслам, но растворяются в щелочах, особенно сильных. Недостатки полиэтилентерефталатных пленок — повышенная электризуемость и способность накапливать электрические заряды, сравнительно высокая стоимость изготовления.

**Ацетилцеллюлозные пленки.** К ним относятся диацетатные и триацетатные пленки. Отечественная полиграфия применяет диацетатную пленку английского производства «Кларифойл» и французского производства «Родофан», отечественные триацетатные пленки Казанского и Переславльского химических заводов. Исходным сырьем для их получения служат ацетаты целлюлозы, получаемые при действии на целлюлозу кетеном или уксусным ангидридом:



Триацетат целлюлозы характеризуется полным замещением гидроксильных групп целлюлозы остатками уксусной кислоты и содержит 62,5% связанной уксусной кислоты. Однако для получения пленок обычно используют слегка омыленные триацетаты целлюлозы, содержащие 59,5–61,5% уксусной кислоты. Вторичная ацетилцеллюлоза или диацетат целлюлозы содержит 54–56% связанной уксусной кислоты.

Принцип получения ацетилцеллюлозных пленок заключается в нанесении пленкообразующего раствора, состоящего из растворенного и пластифицированного ацетата целлюлозы, на твердую зеркальную поверхность и испарения из него основной массы растворителя.

Этот способ получения пленки называется «отливом из раствора». Его применяют для формирования пленок из полимеров, растворимых в органических растворителях и воде (например, из производных целлюлозы, поливинилхлорида, поливинилового спирта), и особенно из легкорастворимых полимеров, которые нестойки в расплавленном состоянии или разлагаются при нагревании до температуры ниже их температуры плавления.

Для формирования пленок широкое распространение получили два типа машин: барабанные, работающие на пленочных предприятиях США, и ленточные, применяющиеся на предприятиях Европейских стран и России.

Формование пленок отливом из раствора на этих машинах идет по следующей схеме (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Схема формования пленок отливом из раствора

Достоинством пленок, изготовленных отливом из раствора, является равномерная толщина, хорошая прозрачность, почти полная изотропия свойств, отсутствие нерастворимых примесей. Недостатки этого способа: низкая производительность (менее 10 м/мин), пожароопасность органических растворителей и необходимость их регенерации, что существенно повышает расходы на оборудование и себестоимость выпускаемой пленки.

Ацетилцеллюлозные пленки характеризуются хорошей прозрачностью, блеском, большой прочностью к истиранию, высокой термостойкостью и морозостойкостью, небольшой усадкой при нагревании, стабильностью размеров, хорошей адгезией к полярным субстратам. Поверхность ацетилцеллюлозных пленок хорошо воспринимает различные краски, на ней можно печатать металлической фольгой (табл. 3.3). Однако, по сравнению с другими полимерными пленками, они обладают большей влагопроницаемостью, значительно меньшей прочностью на разрыв, небольшим сопротивлением к излому. Триацетатные пленки имеют меньшую гигроскопичность и более высокие физические и физико-механические показатели, чем диацетатные.

Изменение физико-химических и механических свойств пленки с течением времени называют «старением». Основной недостаток ацетилцеллюлозных пленок — их быстрое старение, что связано с миграцией в атмосферу основного количества пластификатора, вводимого в пленку в процессе ее получения для улучшения физико-механических свойств. Ацетилцеллюлозные пленки в основном используют в качестве подложки (основы) для светочувствительных и магнитных слоев, а также в качестве электроизоляционных материалов. К недостаткам пленки следует отнести ее хрупкость. Триацетатные пленки по сравнению с диацетатными имеют меньшую гигроскопичность и более высокие физико-механические показатели.

Вначале продукция с припрессованной пленкой имеет высокие прочностные и качественные показатели, но с течением времени эти свойства изменяются — появляется заметная деформация и скручиваемость оттисков, наблюдаются краевые надрывы пленки.

Таблица 3.3

**Физические и физико-механические свойства прозрачных  
ацетилцеллюлозных пленок**

Характеристики	Значения	
	Диацетатная	Триацетатная
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,3	1,3
Водопоглощение за 24 ч, %	12	3,8
Влагопроницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	550	380
Водопоглощение при 50%-ной относительной влажности	4,5	1,9
Разрушающее напряжение при растяжении, кгс/мм <sup>2</sup>	8...11	10...13
Относительное удлинение при разрыве, %	20...40	25...45
Сопrotивление излому, число двойных перегибов	530	680
Температура плавления, °С	220	290
Температура эксплуатации, °С	150 (расплав)	150 (удлинение на 2%)
Светопропускание (видимая часть спектра), %	92	92

***Полимерные пленки, используемые в процессе припрессовки бесклеевым способом.*** В процессе припрессовки используются отечественные дублированные пленки лавсан-полиэтилен марки ПНЛ-3 и целлофан-полиэтилен марки ПЦ-2.

Дублированные пленки отличаются высокой механической и адгезионной прочностью, высоким модулем упругости, хорошей эластической восстанавливаемостью. Наличие термопластичного полиэтиленового слоя придает им способность к термической сварке и соединению с различными материалами (бумагой, тканью и т. д.) в процессе припрессовки.

Применение дублированных пленочных материалов в процессе припрессовки исключает применение клея и позволяет повысить ка-

чество самой разнообразной полиграфической продукции, рассчитанной на долгий срок службы.

**Пленка лавсан-полиэтилен марки ПНЛ-3** — прозрачная блестящая пленка, обладающая высокими прочностными показателями, химической стойкостью, паро-, влаго- и газонепроницаемостью, а также морозо- и теплостойкостью.

Толщина пленки может быть различной, в зависимости от толщины слоя полиэтилена, наносимого на лавсановую основу — от 36–40 мкм и выше.

Продукция с припрессованной пленкой имеет высокие прочностные и качественные показатели, эксплуатационную устойчивость и стабильность.

**Пленка ПЦ-2** обладает высокой прочностью скрепления с бумагой, хорошей адгезией между слоями материала, низкой водо- и газопроницаемостью. Толщина пленки 40 мкм. Такие пленки рекомендуется использовать для припрессовки к обложкам для переплетов типа 5 и 7, суперобложкам и другой полиграфической продукции, отпечатанной на плотной бумаге.

Готовая продукция с припрессованной пленкой отличается высокими качественными показателями, однако имеет тенденцию к скручиванию.

Полимерные пленки, используемые для припрессовки, должны иметь стабильную толщину, хорошую термостойкость, влагонепроницаемость, высокие физико-механические свойства и прозрачность.

Ширина рулона пленки должна быть на 10 мм меньше ширины обрабатываемой продукции. Кромки пленок, особенно триацетатных, не должны иметь замятин и надрывов. Места обрывов пленки должны быть склеены.

Для припрессовки пленки в полиграфической продукции используются клеи (лаки) — растворы полимеров в органических растворителях, а также латексы — водные дисперсии полимеров.

Клей представляет собой вещество или смесь веществ органического или неорганического происхождения, которое благодаря совокупности таких свойств, как хорошее прилипание, механическая



прочность в требуемом интервале температур, отсутствие хрупкости, минимальная усадка при отверждении и т.д. пригодно для прочного соединения различных материалов. Клеи, используемые для склеивания прозрачных пленок, условно делятся на латексы, расплавы полимеров (термоклеи) и лаки. Из них наиболее часто в отечественной полиграфии применяют лаки.

В состав клея могут входить поливиниловый спирт, эмульсии поливинилацетата, поливинилхлорида, полиакрилового эфира, латексы натурального и синтетического каучука с такими добавками, как глицерин, дибутилфталат и др. Вид клея и его состав в каждом реальном варианте устанавливается в соответствии с видом бумаги и пленки.

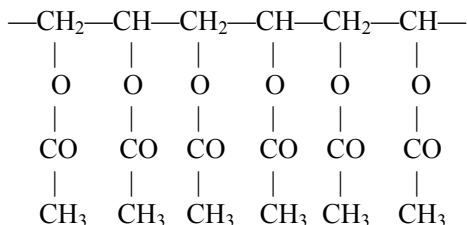
Лаки представляют собой растворы природных или синтетических полимеров в летучих растворителях.

В качестве основы для лаков, определяющей их класс, наиболее часто применяют смолы на основе канифоли, шеллака и копала, алкидные, фенолоальдегидные, полиуретановые и др.

Преимущество лаков перед латексами заключается в возможности регулировать время их высыхания (пленкообразования) введением тех или иных растворителей для обеспечения необходимых технологических параметров,

**Поливинилацетатный лак** получают полимеризацией винилацетата в присутствии катализатора, в качестве которого наибольшее распространение получила перекись бензоила.

Структурная формула поливинилацетата:



Отличительным свойством поливинилацетатных лаков является их высокая светостойкость. Пленки лаков на основе поливинилаце-

тата очень эластичны, что обусловлено линейной структурой полимера, и обладают достаточно высокой адгезией к полярным субстратам.

К недостаткам полимера относятся ограниченная растворимость и плохая совместимость с другими смолами, а также значительная усадка пленок поливинилацетата после термообработки. Регулировать свойства готового продукта в нужном направлении можно совместной полимеризацией различных мономеров. Так, для улучшения адгезионных свойств клеевых пленок и снижения их деформаций при нагревании получены сополимеры винилацетата и эфиров акриловой кислоты.

Одной из таких модификаций сополимера является используемый для припрессовки ацетатных и полипропиленовых пленок лак БАВ-4М.

*Лак БАВ-4М.* Лак представляет собой сополимер винилацетата и бутилакрилата в среде атилацетата и бутилацетата, получаемый при совместной их полимеризации, доля винилацетата 70% от веса лака ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCOCH}_3$ ), а доля бутилового эфира акриловой кислоты ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOC}_4\text{H}_9$ ) 30% от веса лака.

Двойная связь в винилацетате и в акриловых производных придает им способность чрезвычайно легко полимеризоваться под влиянием различного рода воздействий. Полимеризация может инициироваться радикалами, ионами, действием света и тепла. Изменение условий полимеризации и проведение ее в растворителях различной природы позволяет получать полимер с разной степенью полимеризации, разветвленностью макромолекул и вязкостью, что в конечном счете влияет на его способность к адгезионному взаимодействию. Лак БАВ-4М был разработан в результате совместной работы сотрудников НИИ пластмасс и ВНИИ КПП.

Лак БАВ-4М — вязкая слегка желтоватая жидкость с хорошими адгезионно-когезионными свойствами. Пленки, образующиеся после испарения растворителя, прозрачны, в тонком слое почти бесцветны, обладают небольшим отливом. Прочность припрессовки ацетатных пленок при использовании в качестве клеящего вещества

лака БАВ-4М значительно выше, чем поливинилацетатного, и, кроме того, полностью отсутствует коробление продукции.

*Лак на основе полиэтилентерефталатной смолы ТФ-82.* Смола ТФ-82 — сополимер на основе диметилтерефталата, этиленгликоля и диэтиленгликоля — относится к большой группе высокомолекулярных соединений, в состав главной цепи которых входят кроме атомов углерода атомы кислорода. Такие полимеры называются полиэфирами. Один из наиболее значительных их представителей — полиэтилентерефталат.

Полиэтилентерефталат и его сополимеры получают конденсацией терефталевой кислоты или других ароматических дикарбоновых кислот с гликолем. Возможна замена ароматической терефталевой кислоты на алифатические — адипиновую и себациновую. Путем различных вариаций мономеров можно получать сополимеры с различными свойствами. При определенном составе сополимеры полиэтилентерефталата обладают повышенной растворимостью, меньшей скоростью кристаллизации, что обуславливает использование их в качестве адгезивов для склеивания. Одной из таких модификаций мономеров и является смола ТФ-82, разработанная специально для припрессовки лавсановой (полиэтилентерефталатной) пленки. Смола ТФ-82 обладает не только химическим сродством к пленке, но и хорошей растворимостью в доступном растворителе — формальгликоле и низкой температурой плавления, что обеспечивает ее успешное применение как основы клея для припрессовки лавсановой пленки к печатной продукции.

**Растворители** могут либо самостоятельно растворять лак или клей, либо служить для разбавления уже готовых растворов. Жидкости, самостоятельно не растворяющие пленкообразователь, называются «разбавителями».

Растворители лаков должны растворять все нелетучие составные части лака; растворяться в остальных летучих компонентах; иметь более низкую, по сравнению с разбавителями, упругость пара; испаряться без сохранения запаха; быть малотоксичными, нейтральными, стабильными при хранении, иметь невысокую стоимость и достаточную сырьевую базу.

На практике при выборе растворителя прежде всего оценивают его растворяющую способность по отношению к пленкообразователю или, как иначе говорят, его активность. Для этого сравнивают вязкости растворов смолы в испытываемых растворителях при одинаковой ее концентрации; обычно, чем ниже вязкость, тем активнее растворитель. Важнейшими свойствами растворителя являются его летучесть и температура кипения.

*Этиловый спирт* ( $C_2H_5OH$ ) — служит для разбавления поливинилацетатного лака ВА-558 марок С-4 и С-8. Этиловый спирт чаще всего получают брожением крахмалосодержащих или сахаристых веществ. Применяют синтетические методы получения спирта из крекинг-газов, ацетилен и природных газов. Обычно в товарном продукте содержание  $C_2H_5OH$  составляет 94–96%. Этиловый спирт в чистом виде — бесцветная жидкость с характерным запахом; уд. вес при  $20^\circ C$  — 0,807;  $T$  кипения  $78^\circ C$ ;  $T$  воспламенения  $14^\circ C$ ;  $T$  замерзания  $120^\circ C$ ; наименее токсичен из всех известных растворителей.

*Толуол* ( $C_6H_5CH_3$ ) — применяют для приготовления рабочих растворов лаков на основе БАВ-4М и С-8. Толуол — хороший растворитель масляных и смоляных лаков, а также различных искусственных и природных смол; кроме того, его применяют в качестве разбавителя сложных эфиров целлюлозы. Толуол, как и остальные ароматические углеводороды получают в основном из каменноугольного дегтя (маслянистый конденсат, улавливаемый при коксовании каменного угля) и продуктов пиролиза нефти. Толуол — бесцветная прозрачная жидкость, менее ядовитая, чем бензол; уд. вес 0,855–0,859; пределы кипения  $110$ – $112^\circ C$ ;  $T$  кипения  $110,6^\circ C$ ;  $T$  воспламенения  $552^\circ C$ ; коэфф. рефракции  $n_d^{20} = 1,495$ .

*Бутилацетат* ( $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3$ ) применяется для приготовления рабочего раствора лака БАВ-4М. Он также является ценным и чрезвычайно распространенным растворителем в производстве нитролаков, растворяет также фенолформальдегидные и более высокополимеризованные формы фталевоглицериновых смол. Бутилацетат получают непосредственно этерификацией бутилового

спирта уксусной кислотой. Это — бесцветная, слегка желтоватая жидкость со специфическим запахом, уд. вес 0,8813;  $T$  кипения  $126^{\circ}\text{C}$  ( $121\text{--}127^{\circ}\text{C}$ );  $T$  воспл.  $25^{\circ}\text{C}$ ; коэфф. рефракции  $n_d^{20} = 1,3941$ .

*Формальгликоль* ( $\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_6$ ) — применяется для приготовления рабочего раствора лака на основе смолы ТФ-82, а также для разведения поливинилацетатного лака С-8. Формальгликоль получают при взаимодействии формальдегида с этиленгликолем. Растворитель обладает большей активностью по отношению ко многим полимерам. В частности, он активный растворитель всех действующих эфиров целлюлозы, поливинилацетата и сополимеров винилацетата с другими мономерами. Формальгликоль способен растворять ацетилцеллюлозные пленки, поэтому его нельзя рекомендовать в качестве разбавителя лаков для припрессовки диацетатных пленок. Это — бесцветная прозрачная жидкость с характерным запахом; при нагревании в присутствии концентрированных минеральных кислот разлагается; мол. вес 74,08; уд. вес 1,035—1,050;  $T$  кипения  $65\text{--}85^{\circ}\text{C}$ ; коэфф. рефракции  $n_d^{20} = 1,3910\text{--}1,4000$ .

### 3.3. Требования к материалам для припрессовки

**Клей**, используемый для припрессовки пленки — прозрачен, бесцветен, хорошо взаимодействует с растворителем, бумагой и пленкой, не изменяет своих свойств и обеспечивает прочное соединение бумаги с пленкой в процессе ее припрессовки. Рабочий раствор клея имеет определенную вязкость.

Используемые для корректировки растворители должны растворять все нелетучие составные части клея, испаряться без сохранения запаха, быть малотоксичными, нейтральными по отношению к краске и стабильными во времени.

Рабочая вязкость клея должна соответствовать условию его равномерного нанесения на пленку для получения прочного адгезионного контакта между оттиском и пленкой. Из практики работы на машине типа «Дуофан» установлено, что вязкость клея на спиртовой основе варьируется в пределах 35–50 с, а при использовании

клея на летучих растворителях, такого как этилацетат, бутилацетат, толуол и др. — в пределах 20–30 с по вискозиметру ВЗ-4. Водные растворы клея имеют вязкость не более 25–30 с.

Для **припрессовки триацетатной пленки** используют **клей** на основе лака ВА-558 марки С-8 и поливинилацетатную дисперсию. В качестве пластификатора добавляют дибутилфталат. Растворителем обычно является этиловый технический спирт или формальгликоль. Используется также клей БАВ-4М с (модифицирующими добавками. В качестве растворителя применяют этилацетат с толуолом.

Для **припрессовки полиэтилентерефталатной (лавсановой) пленки** — **клей** ТФ-84, представляющий собой раствор полиэфирной смолы в формальгликоле.

Для **припрессовки полипропиленовой пленки** — **клей** БАВ-4М с модифицирующими добавками. Растворителем является этилацетат с толуолом.

В настоящее время разработан способ припрессовки полипропиленовой пленки ВД-клеем — дисперсией бутилкаучука, который включает применение органических растворителей.

*Вязкость* рабочего раствора клея определяется при помощи вискозиметра ВЗ-4, представляющего собой воронкообразный сосуд строго определенных формы и размеров с отверстием диаметром 4 мм. Для определения вязкости воронку ВЗ-4 заполняют клеем, предварительно закрыв отверстие пальцем левой руки, в правой руке держат секундомер. Затем одновременно открывают отверстие и включают секундомер. Время полного истечения клея из воронки, измеряемое в секундах, и есть условная вязкость. Перед измерением вязкости раствор клея необходимо перемешать и профильтровать.

Клеи, растворители и рабочие растворы должны *храниться* в специально отведенном помещении, отвечающем нормам пожарной безопасности. В помещении должна быть приточно-вытяжная вентиляция. Клеи и растворители хранить разрешается только в посуде с плотно закрывающейся крышкой (пробкой) и с надписью о содержимом.

Количество растворителя и клея в цехе не должно превышать нормы суточного расхода.

В процессе припрессовки пленки к **бумагам**, различающимся пористостью и капиллярностью, степенью проклейки, упругопластическими свойствами, гладкостью и прочностью поверхности предъявляются общие требования. Они должны хорошо воспринимать печатную краску, иметь ровную поверхность, однородный, без разнооттеночности цвет, иметь достаточную механическую прочность и легко деформироваться под давлением без заметных остаточных деформаций, быть химически инертными, иметь чистую поверхность с минимальной сорностью, без складок и других дефектов.

Неоднородность структуры бумаги и преимущественная ориентация волокон в направлении отлива обуславливают неоднородность механических свойств листа бумаги в различных направлениях.

Раскрой бумаги должен быть таким, чтобы в процессе припрессовки долевое направление пленки совпадало с долевым направлением бумаги.

**Необходимо, чтобы качество печати на листах**, предназначенных для припрессовки к ним пленки удовлетворяло техническим требованиям на печать. Краска на оттисках должна полностью закрепляться и не отмарывать. Поверхность листов — быть чистой, без пыли и противоотмарочных порошков.

Во избежание обратного рельефа при печати оттисков допускается минимальный натиск, печать с оборотом не рекомендуется. На качество припрессовки оказывает большое влияние толщина красочного слоя и насыщенность оттиска. Многокрасочные оттиски должны иметь красочные слои минимальной толщины. Рекомендуется применять печатные краски, стойкие к повышенным температурам, спиртам.

Все **оттиски** одного тиража должны иметь одинаковый размер (допуск  $\pm 2$  мм). В связи с технологическими особенностями работы машины (подача листов «внахлест») поля верных сторон отпечатанных листов составляют не менее 15 мм, поля противоположных сторон — не менее 7 мм. Края листов — без замятин и надрывов. Все листы-оттиски должны быть хорошо просушены и отсортированы.

Качество готовой продукции зависит от разнообразных **факторов**, взаимодействующих в процессе припрессовки.

Припрессовка пленки механизированным способом происходит при повышенных давлении и температуре, которые могут изменяться в широких пределах. С увеличением давления в прессующей системе прочность припрессовки пленки возрастает при незначительном увеличении деформации готовой продукции.

Увеличение времени выдержки материалов под давлением способствует уменьшению внутренних напряжений и исключает скручиваемость готовой продукции. На величину деформации скручивания наибольшее влияние оказывают свойства бумаг и пленочных материалов. Чем больше величина упругих деформаций, тем меньше скручиваемость готовой продукции.

Наименьшая деформация готовой продукции бывает при совпадении долевого направления пленки и бумаги в процессе припрессовки.

Рабочая вязкость клеевого раствора влияет на смачиваемость пленки и прочность припрессовки к бумаге, запечатанному оттиску. Вязкость клеевого раствора изменяют в зависимости от характера печатной продукции и исходных материалов.

Выбор оптимального режима припрессовки и подбор соответствующих материалов, определяющих качество готовых изделий, проводится в строгом соответствии с характером обрабатываемой продукции.

Наибольшая прочность достигается при припрессовке прозрачных пленок к чистой бумаге. С увеличением толщины красочного слоя на оттиске и площади запечатанной поверхности бумажного листа прочность припрессовки снижается, в связи с чем выбор материалов и режимов работы оборудования следует производить с учетом характера изданий.

#### **3.4. Группы сложности продукции, предназначенной для отделки методом припрессовки пленки**

Различают продукцию с насыщенной (свыше 80% запечатки поверхности) и ненасыщенной печатью и печатью под обрез. Особо



следует отметить продукцию, отпечатанную на мелованной бумаге металлическими красками (бронзовой, алюминиевой).

В зависимости от характера и вида применяемой бумаги, назначения продукции и срока ее службы, а также индивидуальных особенностей издания всю продукцию можно условно разделить на пять групп сложности.

К *I группе сложности* относятся малоответственные издания с незначительным сроком службы типа проспектов, календарей, буклетов, отпечатанных на офсетной или мелованной бумаге. Печать ненасыщенная.

Во *II группу сложности* включены издания I группы сложности, но с насыщенной печатью.

К *III группе сложности* относятся:

- суперобложки, отпечатанные на мелованной бумаге (печать ненасыщенная);
- открытки, отпечатанные на офсетной бумаге массой 1 м<sup>2</sup> 240 г (печать ненасыщенная);
- обложки типа 1, отпечатанные на офсетной или мелованной бумаге (печать ненасыщенная), для крытья внакидку.

К *IV группе сложности* относятся:

- суперобложки, отпечатанные на мелованной бумаге (печать насыщенная);
- суперобложки, отпечатанные на офсетной бумаге фабрики «Гознак» финского производства (печать насыщенная);
- обложки типа 2–4, отпечатанные на офсетной и мелованной бумагах (печать насыщенная);
- открытки, отпечатанные на офсетной и мелованной бумаге (печать насыщенная, рисунок с белыми полями).

К *V группе сложности* относятся:

- обложки для переплетов типа 5, 7;
- суперобложки, отпечатанные на офсетной бумаге Каменогорской фабрики или фабрики «Маяк революции» (печать насыщенная);

- открытки, отпечатанные на офсетной бумаге массой 1 м<sup>2</sup> 240 г или мелованной бумаге массой 1 м<sup>2</sup> 180–240 г (печать насыщенная с рисунком под обрез);
- обложки типа 2–4, отпечатанные на офсетной или мелованной бумаге (печать насыщенная с рисунком под обрез).

Кроме того, к V группе сложности (независимо от вида бумаги и характера печати) относятся высокохудожественные юбилейные издания, продукция, предназначенная на экспорт, а также продукция, отпечатанная на мелованной бумаге металлическими красками.

***Материалы и технологические режимы припрессовки, рекомендуемые для отделки продукции I группы сложности.***

В данном случае может быть использована триацетатная пленка толщиной 20 мкм и клей ВА-558 марки С-8. Оптимальный режим работы при этом следующий: вязкость клея 30–35 с по вискозиметру ВЗ-4; *T* каландра 80° С; давление 2000–3000 кгс. Для изданий этой группы может быть рекомендована также поливинилацетатная дисперсия ДБ-47/7В вязкостью 22–27 с по ВЗ-4. Припрессовка пленки при этом производится при *T* каландра 100° С, сила прессования 2000–3000 кгс. Применение указанных материалов при припрессовке с одной стороны к бумаге массой 1 м<sup>2</sup> меньше 180 г может привести к скручиванию продукции.

Для отделки изданий ***II группы сложности*** можно применять триацетатную пленку и клей ВА-558 марки С-8 с добавкой 2–5% дибутилфталата и уксусной кислоты. Припрессовка производится при следующем режиме работы: вязкость клея 30–35 с по ВЗ-4; *T* каландра 80–100° С, давление 2000–3000 кгс. Может быть также рекомендовано применение поливинилацетатной дисперсии ДБ-47/7В при соблюдении следующих режимов работы: вязкость клея 22–27 с по ВЗ-4; *T* каландра 100° С; сила прессования 2000–3000 кгс.

Для отделки продукции ***III группы сложности*** можно рекомендовать: триацетатную пленку толщиной 17 или 25 мкм и клеящий раствор на основе БАВ-4М. Рекомендуемый режим работы: вязкость клея 20–25 с по ВЗ-4; *T* каландра 50–60° С; сила прессования 2500 кгс.

Для отделки продукции *IV группы сложности* могут быть рекомендованы:

- триацетатная пленка толщиной 17 или 25 мкм и клей БАВ-4М с добавкой дибутилфталата. Рекомендуемый режим работы: вязкость клея 20–25 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 50–60° С; сила прессования 2500 кгс;
- полиэтилентерефталатная (лавсановая) пленка толщиной 20 мкм и клеевой раствор на основе смолы ТФ-84. Рекомендуемый режим работы: рабочая вязкость клея 18–20 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 100–110° С; давление 1000–1500 кгс;
- полипропиленовая пленка толщиной 20 мкм и клеевой раствор БАВ-4М с добавкой 3% тетралина. Режим работы: вязкость клея 22–25 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 60° С; сила прессования 2500 кгс;
- полипропиленовая пленка толщиной 20 мкм и водный клей бутылкаучук, разбавляемый дистиллированной водой, имеющий рН = 10–12. Режим работы: вязкость клея 12–17 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 100° С; сила прессования 2500 кгс.

Для отделки продукции *V группы сложности* могут быть рекомендованы:

- триацетатная пленка толщиной 17 мкм и клеевой раствор БАВ-4М. Режим работы: вязкость клея 20–22 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 50–60° С; сила прессования 2000–2500 кгс;
- диацетатная пленка толщиной 17–20 мкм и клеевой раствор БАВ-4М или импортный клей. Режим работы: вязкость клея 18–20 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 50° С; сила прессования 2500 кгс;
- полиэтилентерефталатная (лавсановая) пленка толщиной 20 мкм, клеевой раствор ТФ-84. Режим работы: вязкость клея 25 с по ВЗ-4;  $T$  каландра 100–110° С; сила прессования 1500–2500 кгс.

### **3.5. Качество процесса и продукции с припрессованной пленкой**

*Качество* продукции с припрессованной пленкой оценивается по следующим показателям: прочность припрессовки пленки к от-

тиску, отсутствие скручивания готовой продукции, прозрачность и бесцветность полимерного покрытия оттиска, сохранение цветовой характеристики оттиска и прочим показателям внешнего вида.

**Прочность припрессовки пленки к оттиску** оценивают лабораторными методами при помощи адгезиометров, определяя усилие, затрачиваемое на отслаивание пленки от оттиска.

На практике определяют тип отрыва пленки от оттиска. Различают три типа отрыва: адгезионный, когезионный и смешанный; в свою очередь, адгезионный тип отрыва подразделяют на два вида — отрыв по слою клея и по слою краски, когезионный — по бумаге. При использовании прозрачных полимерных пленок толщиной до 30 мкм качество припрессовки условно считается хорошим, если наблюдается отрыв смешанного типа или отрыв по бумаге, а при использовании пленок большей толщины — только отрыв по бумаге. Вследствие несовершенства метода оценки качества припрессовки целесообразно дополнительно проводить проверку на отслаивание пленки от оттиска при биговке или ее фальцовке.

Скручиваются готовые оттиски вследствие возникновения внутренних напряжений после припрессовки пленки. На **величину скручивания** оказывают значительное влияние свойства применяемых клеевых растворов, бумаг, толщина и свойства прозрачных пленок, а также режимы припрессовки (давление, температура каландра).

Скручиваемость образца характеризуется величиной поднятия углов по отношению к горизонтальной поверхности, а также отношением величины приближения краев образца к его середине по всей длине, выраженное в процентах. Качество припрессовки считается хорошим, если величина скручивания продукции не более 5%.

**По внешнему виду** готовая продукция оценивается визуально, путем сравнения с утвержденным эталоном. На оттисках с припрессованной пленкой не должно быть морщин, складок, вмятин, блесков и полос. Не допускается выступание пленки за пределы оттиска.

Пленка на оттисках должна быть прозрачной и бесцветной, цветовая гамма оттиска оставаться без изменений. Оттиски с припрессованной пленкой не должны быть повреждены или иметь загрязнения.

В процессе работы на машине необходимо периодически **контролировать технологический режим клеевой припрессовки пленки**, проверять равномерность клеевого слоя, вязкость клея, состояние клеевой пленки на выходе из сушильной камеры и осуществлять визуальный контроль качества готовой продукции.

Во время наладки машины производится пробная припрессовка пленки и в случае необходимости корректировка вязкости клея. При этом толщина слоя клея, наносимого на пленку, должна быть минимальной, обеспечивающей прочность готовой продукции с припрессованной пленкой.

На выходе из сушильного канала пленка с клеевым слоем должна иметь незначительный отлив, который проверяется вручную. Во избежание появления складок и морщин на готовой продукции необходимо следить за правильностью натяжения пленки в машине, не допуская ее перекоса и сильного натяжения.

Контроль технологических режимов предусматривает проверку стабильности показаний контрольно-измерительных приборов, а также чистоты и бесперебойной работы основных устройств машины.

**Контроль качества продукции в процессе клеевой припрессовки пленки.** Вначале экземпляр оттиска с припрессованной пленкой, соответствующий требованиям к качеству готовой продукции, утверждается мастером и далее служит эталоном.

Выборочный контроль качества продукции выполняется не менее четырех-пяти раз за смену по основным показателям: прочности, деформации и внешнему виду.

Для проверки на прочность проводят отрыв пленки от бумаги: качество считается хорошим, если отрыв пленки на участке, где нет красочного слоя, происходит по волокнам бумаги. Проверяется это также биговкой путем складывания листа внутрь пленкой с проглаживанием места сгиба. При этом необходимо, чтобы сгиб проходил по запечатанному месту. Качество считается хорошим, если при сгибе пленка не отслаивается от оттиска. Внешний вид готовой продукции оценивается визуально сравнением с утвержденным эталоном.

*Разрезка продукции с припрессованной пленкой* производится на резальном автомате или вручную ножом на разрезном столе. Готовую продукцию считают по 100–200 экз. и складывают на стеллажи для транспортировки на следующие операции. Чтобы не было скручивания, листы укладывают пленкой вниз.

В процессе припрессовки пленки могут возникать некоторые проблемы:

- **появление блесков** из-за неравномерного нанесения клеевого слоя в процессе припрессовки, или недостаточной его толщины, а также из-за неравномерного перемещения пленки. Для устранения этого необходимо увеличить толщину клеевого слоя на пленке путем увеличения расстояния между клеенаносящими валиками, а также повысить вязкость рабочего раствора клея, отрегулировать натяжение и скорость движения пленки;
- **недостаточный глянец продукции или его избыток** могут возникнуть из-за нарушения режима сушки и температурного режима припрессовки пленки. В данном случае надо интенсифицировать режим сушки и повысить температуру прессующего каландра. Необходимо также контролировать вязкость клеевого раствора и стабилизировать его в процессе припрессовки;
- **возникновение складок и морщин на оттиске с припрессованной пленкой** возможно вследствие нескольких причин. Одной из них является повышенная влажность оттисков. Для устранения дефекта, возникающего по этой причине, необходимо провести дополнительную акклиматизацию оттисков-полуфабрикатов перед припрессовкой или изменить направление подачи оттисков.

Другой причиной может быть нарушение температурного режима припрессовки пленки. При этом необходимо уменьшить нагрев и давление в каландрирующем устройстве. Повышенный износ резинового цилиндра, связанный с нарушением цилиндричности, также может вызвать образование складок и морщин. При необходимости цилиндр следует отшлифовать. Необходимо также снять заряды статического электричества с оттисков, увеличив относительную влажность воздуха в помещении;

- **образование на оттиске полос** из-за неправильного выбора толщины клеевого слоя на пленке. При возникновении этого наиболее распространенного вида дефекта необходимо уменьшить толщину клеевого слоя, уменьшив расстояние между клеевыми валиками, и снизить вязкость клея, введя дополнительное количество растворителя;
- **коробление продукции с припрессованной пленкой** может возникнуть из-за повышенной температуры каландра и неравномерной термоусадки бумаги и пленки. Если припрессовка ведется при высокой температуре, а потом она резко снижается, то происходит уменьшение материала в объеме. Поскольку коэффициенты линейного расширения бумаги и пленки различны, возникает скручивание готовой продукции. В зависимости от способа и условий проведения процесса припрессовки это проявляется по-разному для различных бумаг и полимерных материалов, насыщенности краски и группы сложности печатной продукции. Чтобы устранить этот недостаток, надо отрегулировать температуру каландра. Складирование продукции следует производить пленкой вниз и выдерживать на стеллажах не менее трех суток;
- **образование пузырей между бумагой и пленкой после припрессовки** может быть из-за излишнего содержания растворителя в клеевом слое после сушки. Это бывает при неправильно отрегулированной толщине клеевого слоя или недостаточной интенсивности сушки. Для устранения недостатка надо увеличить интенсивность сушки включением дополнительных инфракрасных излучателей или удалением заслонок перед каждым излучателем. Загрязнение поверхности оттиска также способствует возникновению указанного дефекта. В этом случае поверхность оттисков протирают, чтобы удалить следы бумажной пыли;
- **образование складок на пленке** возможно как в момент припрессовки пленки, так и с течением времени. Основной причиной этого дефекта является нарушение температурного режима сушки пленки с нанесенным клеевым слоем, повышенная его толщина или нарушение режима припрессовки. Образованию складок способствует также неравномерное натяжение пленки;

- **недостаточная прочность припрессовки пленки к печатной продукции** объясняется в основном нарушением технологического режима припрессовки, несоответствием используемых материалов техническим требованиям, влиянием температуры и влажности окружающей среды. Для повышения прочности продукции с припрессованной пленкой необходимо строго соблюдать технологический режим в соответствии с рекомендациями, проверять качество исходных материалов в соответствии с техническими требованиями, контролировать исправность работы нейтрализатора статического электричества, а также стабилизировать температурно-влажностный режим в помещении.

*Рулонная бумага для припрессовки должна быть плотно смотана в рулон. Смещение кромок на торцах рулона не должно превышать  $\pm 2$  мм. Ширина рулона бумаги должна быть больше ширины рулона пленки на 20 мм. Во избежание деформации готовой продукции рекомендуется использовать бумагу массой  $1 \text{ м}^2$  не менее 80–100 г.*

Выборочный контроль качества продукции осуществляется не менее четырех-пяти раз за смену по прочности соединения полимерной пленки к оттискам и по внешнему виду готовой продукции.

Для оттисков, отпечатанных на любой бумаге, кроме мелованной, характер разрушения соединения оттиска с пленкой должен быть когезионным, т.е. по волокнам бумаги или по краске.

Для оттисков, отпечатанных на мелованной бумаге, характер разрушения соединения оттиска с пленкой должен быть адгезионным, т.е. отрыв пленки от оттиска может происходить на границе мелованный слой — бумага.

Оттиски с припрессованной пленкой не должны иметь морщин, пузырей, складок и не должны деформироваться.

**Организация участка для клеевой и бесклеевой припрессовки пленки.** Припрессовка пленки к печатной продукции должна выполняться в отдельном помещении, где размещаются машины для припрессовки, станок для перемотки пленки, автомат для разрезки рулонной продукции, рабочие столы и приспособления. Помещение



должно быть оборудовано общей вытяжной вентиляцией; температура воздуха — не ниже 16° С; относительная влажность — в пределах 50–65%; освещенность — не менее 75 лк.

Оборудование в цехе должно быть размещено удобно для работы основных и вспомогательных рабочих; подъезды к оборудованию и рабочим местам для загрузки сырьем, полуфабрикатами и материалами должны быть свободными и безопасными, при необходимости около рабочих мест следует оставлять площадки для складирования.

Рабочие места, проходы, проезды и выходы должны быть свободными и чистыми. Расстояние от стен и колонн в нерабочей зоне машины должно быть 0,8–1 м, в рабочей зоне — 1,5–1,7 м. Ширина проходов — 1,3 м, центральный проход — 2,5 м, проезд — 3 м. Высота стеллажей готовой продукции и полуфабрикатов не должна превышать 1,6 м.

### **3.6. Оборудование для клеевой припрессовки**

Ламинаторы подразделяются по видам, для ламинирования:

- экструзионного;
- с использованием в качестве адгезива расплавленного полимера;
- клеевого;
- бесклеевого;
- мокрого;
- сухого;
- сольвентного;
- бессольвентного;
- воскового;
- горячего;
- холодного.

По типу обрабатываемого материала ламинаторы разделяются на:

- рулонные (используются для производства мягкой тары);
- листовые.

По степени автоматизации оборудование для ламинирования делится на:

- полуавтоматическое;
- автоматическое.

Ламинаторы могут встраиваться в машины флексографской или глубокой печати, либо работать автономно.

В зависимости от использования типа клея ламинаторы разделяют на бессольвентные (*solventless/solvent free*) и универсальные.

*Бессольвентными* называются ламинаторы, в которых используются клеи, не имеющие в своем составе растворителей. *Универсальные* ламинаторы — это машины, в которых можно использовать различные клеи и покрытия: без растворителей, с растворителями, на водной основе, УФ-отверждения, микровоски и составы *Hot Melt*. На универсальных ламинаторах устанавливаются сушишки.

Ламинатор в стандартной конфигурации состоит из следующих узлов: размоточное устройство (рулонная установка); система натяжения материала; клеевой аппарат; сушильное устройство; ламинирующее устройство; намоточное устройство.

Работа ламинатора состоит в следующем. Материал подается в клеевой аппарат, где на него наносится покрытие (клей). Покрытый материал транспортируется к ламинирующему устройству. В процессе транспортировки материал может быть подвергнут сушке перед ламинированием (в процессе сухого ламинирования) или после ламинирования (в процессе мокрого ламинирования). К узлу ламинирования подается второй материал. На ламинирующем узле оба материала прижимаются друг к другу. Полученный композитный материал наматывается на приемный рулон.

По количеству склеиваемых слоев ламинаторы разделяются на *дуплексы* (они изготавливают двухслойные материалы) и *триплексы* (эти машины изготавливают трехслойные материалы за один проход).

Преимущество триплексов состоит в том, что при изготовлении трехслойных материалов на них можно использовать различные технологии нанесения клея (покрытий). Например, на универсаль-

ном триплексе можно на первом кроющем узле использовать сольвентный клей, а на втором кроющем узле — холодный клей (*cold seal*) с приводкой. Трехслойные материалы можно также изготавливать на дуплексах за два прохода.

Бессольвентные клеи наносятся с помощью специальной секции. В ней используются четыре или пять валов: дозирующие, трансферные, кроющие (накатные).

Сольвентные клеи наносятся с помощью ротогравюрной секции. В ней применяется один вал (ротогравюрный) со специальной гравировкой. Холодные клеи наносятся ротогравюрными валами со специальной секции, которая синхронизируется с узлом приводки.

Установку рулонов на размоточной рулонной установке и снятие их с приемной установки можно производить вручную с помощью специальных тележек. Существуют модели с автоматизированной установкой. Обычно такие механизмы применяются в высокотехнологичных ламинаторах для увеличения скорости изготовления многослойных материалов.

Ламинаторы разных компаний, естественно, отличаются. Такими отличиями являются: контроль натяжения полотна; схема транспортировки материала; наличие или отсутствие валов на размоточной или намоточной рулонных установках.

Контроль натяжения на ламинаторах осуществляется несколькими способами. Основными механизмами контроля являются тензодатчики и плавающие валы. Вспомогательными — валы осевой юстировки и выравнивающие валы.

Для создания качественных композитных материалов часто необходимо поддерживать определенную температуру клея, подогреть или охладить материалы. Для этого используются прогреваемые или охлаждаемые цилиндры, в которых нагревателем может служить вода или масло. Их подогрев осуществляется с помощью специальных устройств закрытого типа. Для охлаждения материала можно применять аналогичные устройства или специальные холодильники.

Для увеличения поверхностного натяжения материалов, применяемых для создания ламинатов, используют *коронаторы*. Они не-

обходимы, когда материал утрачивает необходимое поверхностное натяжение, что не позволяет получить качественное склеивание. Коронатор особенно актуален при использовании импортных материалов, так как их поверхностная активация производится задолго до поступления на склад российского производителя. При работе с двумя импортными материалами полезно иметь два коронатора.

Современные ламинаторы способны работать на высоких скоростях: обычно от 200 до 500 м/мин в зависимости от используемых клея и материалов.

В мире десятки компаний изготавливают ламинаторы. Лидирующее положение занимают итальянские фирмы. В России известны ламинаторы *Bielloni u Schiavi*. Машины этих фирм поставляются в нашу страну, начиная с 90-х гг. Кроме них парк машин включает ламинаторы *DCM* (Франция), *Comexi* (Испания), *W & H* (Германия). Более дешевые ламинаторы завозятся из Юго-Восточной Азии. В 2003 г. на российский рынок вышла итальянская компания *Nordmeccanica S. P. A.*

Современные ламинаторы способны работать с материалами толщиной менее 6 мкм и массой менее 15 г/м<sup>2</sup>, а также создавать многослойные материалы общей толщиной более 800 мкм. Это позволяет создавать супертонкие и супертолстые (конечно же, для отрасли ламинированных материалов) комбинированные материалы с различными барьерными свойствами. Аналогичная тенденция прослеживается и в мире. Вторжение гибкой упаковки в сферы, где традиционно применялся картон, ведет к созданию материалов с новыми барьерными свойствами и, как результат, вызывает увеличение спроса на ламинированный (кашированный) картон и картон с нанесенными на него защитными покрытиями. В мире произошло увеличение поставок флексографских красок, предназначенных для последующего ламинирования, что также является признаком роста спроса на ламинированную продукцию. Производители красок столкнулись также с растущим спросом на краски, способные выдерживать высокие температуры.

### 3.7. Технологические особенности ламинаторов

При заказе ламинатора каждый производитель потребует некое традиционное техническое задание: ширина полотна, скорость, диаметр рулонов, типы используемых материалов. На его основе будет подготовлено коммерческое предложение. Однако прежде чем принимать окончательное решение необходимо обсудить массу технических деталей и опций, которые будут включены в предложение. Правильно подобранная конфигурация значительно облегчит работу оператору ламинатора на производстве и позволит ему стабильно добиваться хороших результатов.

Ниже приводится перечень устройств, которыми должен быть оснащен ламинатор:

- два дополнительных модуля: коронатор (*Ahlbrandt, Arcotec, Sherman, Softal, Vetaphone* и т. п.) и очиститель полотна (*Kelva, Teknek* и т. д.). Если без второго модуля можно обойтись, то коронатор с керамическими электродами необходим;
- синхронизированные устройства контроля кромки полотна (*BST, Fife, EL* и т.п.), установленные на обеих размотках и перед секцией склейки. Некоторые производители включают эти устройства в базовую комплектацию;
- электрические тензодатчики и «танцующие валы» (*dancing rolls*), не зависящие от электричества для контроля натяжения на размотках и намотке. Если в электросети бывают скачки или перебои, то «танцующие валы» предпочтительнее, так как позволяют регулировать натяжение полотна механическим путем;
- очень мощная вытяжка, установленная в секции нанесения клея. К сожалению, у некоторых компаний сила вытяжки и ее конструкция совершенно неудовлетворительна. Желательно, чтобы секция ламинации могла закрываться специальными дверцами, что минимизирует запах клея в помещении;
- манометры, установленные с каждой стороны для регулирования давления с точностью до микрометра трех основных цилиндров (дозировющего, наносящего, прижимного). Давление должно регули-

роваться с каждого края полотна по отдельности. В противном случае при ежедневной эксплуатации через определенный период (год-два) равномерное давление валов с разных сторон может нарушиться. А поскольку цилиндр этой конструкции можно прижимать только с обеих сторон одновременно, то с одной стороны ламинируемое полотно будет «недодавливаться», а с другой — «передавливаться»;

- специальная конструкция валиков, если планируется ламинирование алюминиевой фольги (толщиной от 7 мкм) с полиэтиленовой пленкой (толщиной от 15 мкм) или бумагой. Традиционная конструкция ламинатора, где пленка на размотке проходит через несколько валов, неприемлема. При прохождении по нескольким валам очень высока вероятность излома фольги, а, как известно, складки алюминиевой фольги расправить невозможно. Некоторые производители (например, *Comexi*) для ламинации фольги предусматривают такую конструкцию, при которой фольга поступает в секцию нанесения клея всего через один валик (нигде не изгибаясь). Валик для ламинации алюминиевой фольги должен иметь специально вмонтированное устройство (*loadcell*), которое постоянно измеряет и отображает давление фольги на него. Это позволяет очень точно контролировать натяжение и своевременно его регулировать;
- устройства *taper tension*, установленные на секциях размотки для снижения натяжения, когда рулон заканчивается;
- специальные «подъемники-рычаги» (*loading arms*) или тележки с подъемным устройством, которые облегчат установку очень тяжелых ролей с материалом в секции размотки. Если ни одного из этих устройств не будет, то оператор и его помощник будут обречены на большие трудности. Как только роль сматывается, новый рулон нужно установить в течение 5–7 минут. Если этого не сделать, то клей через 10–15 минут после остановки загустеет. Его придется сливать в отходы, затем заливать новый. Во-первых, это значительно увеличит время работы над тиражом, во-вторых, увеличит расход очень дорогого клея.

Почти все ведущие производители ламинаторов в качестве опции предлагают возможность **интеграции** в секции глубокой печат-

ти. Это позволяет наносить на полотно различные покрытия. И в первую очередь клей для холодной склейки. Как известно, этот вид покрытия используется в упаковке для шоколадных продуктов и мороженого. Эти пищевые продукты не могут упаковываться методом обычной горячей склейки, так как даже короткий период воздействия тепла разрушает продукт.

Раньше клей для холодной склейки мог наноситься только в машинах глубокой печати. Сейчас многие производители ламинаторов предлагают конструктивные решения, при которых нет необходимости покупать машину глубокой печати. Если упаковочная компания стабильно развивается в направлении флексографии, но хотела бы выйти на довольно крупный сегмент рынка (упаковка для шоколадных батончиков и мороженого), то ей вполне достаточно купить ламинатор с секцией глубокой печати. В этом случае релиз-лак, который необходимо наносить перед клеем для холодной склейки может наноситься в последней секции флексографской машины.

На некоторых ламинаторах можно ламинировать **бумагу** ( $100 \text{ г/м}^2$ ) с полиэтиленовой пленкой. Этот ламинат используется для различных пищевых продуктов быстрого приготовления. При покупке ламинатора свое намерение работать с бумагой рекомендуется указать в спецификации, так как будут необходимы дополнительные согласования по усилению некоторых валов. Им придется выдерживать очень сильное натяжение.

Кроме того, для ламинирования бумаги используется однокомпонентный клей, поэтому необходима покупка специальной станции подачи клея. Для работы на бессольвентном ламинаторе с бумагой достаточно только смолы, так как бумага пропускает воздух, и содержащиеся в нем пары воды вызывают реакцию отверждения.

Если заказов на ламинирование бумаги очень много, и они довольно крупные, то есть смысл рассмотреть закупку экструзионного ламинатора. Он более дорогой, но способ экструзионной ламинации (нанесения полиэтиленового расплава на бумагу) обеспечивает значительно более высокое качество продукции и низкую себестоимость. Наиболее известные производители экструзионных ламина-

торов: *Bielloni Castello* (Италия), *CMR* (Италия), *Er-we-pa* (Германия), *FujiKikai* (Япония), *Kroenert* (Швейцария), *Sumitomo* (Япония), *Sung An* (Юж. Корея), *Valmet-Rotomec* (Италия).

### 3.8. Каширование

**Каширование** — припрессовка (клеевое соединение) запечатанной бумаги к любой жесткой основе, например, картону, гофрокартону или микрогофрокартону. В ряде случаев используется бумвинил, дизайнерская бумага или некоторые виды пленки. Возможна приклейка к другим материалам.

Кашированные материалы используются в основном там, где требуется большая жесткость и толщина конструкции при высоких требованиях к качеству изображения. Для этого изображение печатают на офсетных машинах и затем кашируют на основу требуемой толщины.

По желанию заказчика выполняется лакирование, тиснение фольгой или конгревное тиснение. Затем лист приклеивается к выбранной основе на кашировальной машине. Такие машины позволяют избавиться от деформаций, появляющихся при ручном кашировании, снизить расход клея, увеличить производительность труда. Каширование используется, когда нужно получить высокого качества оттиск на картоне при отсутствии печатной машины для печати на картоне. Как известно, более дешевые офсетные машины способны печатать на материалах не толще 0,5 мм, а флексографские оттиски на гофрокартоне часто не имеют приемлемого качества.

Для изготовления индивидуальной упаковки широкого спектра товаров, в первую очередь, косметической, электронной и фармацевтической промышленности, используется кашированный микрогофрокартон. Изготовление упаковки из гофрокартона методом каширования представляет собой процесс нанесения верхнего слоя с изображением на гофрокартон с открытой гофрой (двухслойный гофролист).



Процесс каширования при изготовлении упаковки из гофрокартона состоит из двух основных операций: автоматическое нанесение клеевого состава; припрессовка.

Необходимо отметить, что основной задачей при осуществлении технологического процесса каширования является получение хорошей адгезии покрытия к субстрату.

Для каширования используется клей холодного отверждения. Строго дозированная подача исключает возможность его перерасхода, что оказывает положительное влияние на качество конечного продукта.

Несмотря на возможность печати флексографским способом и развивающиеся технологии офсетной печати на микрогофрокартоне, каширование предоставляет более широкий диапазон возможностей и позволяет даже небольшим предприятиям производить упаковку высокого качества. Такие предприятия, как правило, закупают готовые листы трехслойного гофрокартона, которые затем кашируются запечатанной бумагой. Лишний слой картона при кашировании не является помехой потребителю. Так даже надежнее. Заметим, что не обязательно использовать для каширования трехслойный картон, его вполне можно заменить двухслойным. При этом имеет место экономия средств.

С помощью технологии каширования на упаковке можно отразить любое красочное изображение. Кашированная упаковка совмещает в себе характеристики потребительской упаковки (яркий, красочный внешний вид) и гофротары (прочность, надежность). Каширование картона позволяет повысить защитные функции упаковки, делая ее более прочной и жесткой по сравнению с потребительской, одновременно превращая упаковку в настоящее произведение искусства.

**Материалом** для основы служит картон, переплетный картон, пенокартон, гофрокартон и микрогофрокартон от 0,45 мм, картон хромэзац от 250 г/м<sup>2</sup>. В качестве верхнего лайнера — бумага или тонкий картон от 0,13 мм (150 г/м<sup>2</sup>).

Каширование применяется при изготовлении полиграфической продукция (календари), подарочной упаковки, представительской,

рекламной продукции (вобблеры, ростовые фигуры), POS-материалов (реклама на кассах в супермаркетах и на торговых автоматах), развивающих игр и другой продукции, требующей применения качественной полиграфии на жесткой и достаточно толстой основе.

Гофрокартон и микрогофрокартон кашируют, как правило, при производстве различной упаковки, для небольших коробок или для коробок с дополнительными защитными вкладышами и вставками. Кашированный микрогофрокартон обладает наиболее ровной поверхностью, но его амортизационные свойства уступают гофрокартону. Поэтому для коробок под посуду или бытовую технику используют кашированный гофрокартон; в ряде случаев — пятислойный гофрокартон.

Каширование картона к картону, или так называемое, *слим-каширование*, применяется при производстве элитной упаковки, ярлыков на одежду и POS-материалов.

Каширование переплетного картона используется при производстве POS-материалов. Переплетный картон обладает высокой жесткостью и ровностью поверхности, а также износоустойчивостью, что делает его идеальным материалом для использования в этом направлении.

Для достижения оптимального результата все задействованные в процессе элементы — бумага, картон, печатные краски, кашировальные клеи и способы их нанесения — должны согласовываться друг с другом. Согласование красок с конкретным типом упаковки заключается в определении требуемой устойчивости бумаги и картона к различным химическим и физическим факторам. Оттиск не должен подвергаться воздействиям упаковываемого продукта, в результате которых появляются пробивание или обесцвечивание краски или растворение красочного слоя.

Кашируемый материал должен быть ровным и одинаковым по толщине, а по длине и ширине на 5–10 мм больше основы.

При кашировании листов предъявляются следующие технические требования:

- максимальная ширина листа каширования 90 см;
- минимальная поверхностная плотность 100 г/м<sup>2</sup> для офсетной бумаги и 135 г/м<sup>2</sup> для мелованной бумаги;
- к тиражу необходимо прилагать просмотрный файл или макет изделия;
- размер лайнера должен быть больше размера основы на 5–10 мм по двум сторонам;
- необходимо обозначить верный угол;
- точность позиционирования листа при кашировании — 2 мм;
- буквы и вся важная информация должна быть расположена не ближе 5 мм от линии реза или биговки;
- при двустороннем кашировании изображение должно быть выставлено строго в центр листа;
- недопустимо использование пересушенной бумаги;
- для предотвращения выгибания изделия необходима сушка тиража под прессом в течении 24 часов после каширования;
- для предотвращения возможных проблем нужно предварительно произвести ламинирование или лакирование тиража УФ-лаком.

Поставщики оборудования предлагают широкий спектр моделей **кашировальных машин**, начиная от ручных и заканчивая автоматизированными моделями с программным обеспечением.

Современные автоматизированные кашировальные машины имеют целый ряд преимуществ перед ручным кашированием:

- позволяют почти в два раза снизить расход клея и избавиться от деформации изделий;
- могут работать с бумагой массой от 100 г/м<sup>2</sup>;
- обеспечивают точное совмещение изображения на лицевой и оборотной сторонах изделия;
- применение резиновых валов для разглаживания приклеиваемых листов избавляет от повреждений, деформации и царапин, неизбежно возникающих при ручном разглаживании листа тряпкой;
- обеспечивают производительность, несравнимо более высокую, чем при ручных процессах.

Принцип работы кашировальной машины с ручной подачей листов заключается в следующем. Запечатанный лист бумаги подводит-

ся сначала к передней и боковой метке. Предварительно заготовленный лист картона затягивается протяжными валиками и с помощью клеевых валиков покрывается клеем сверху; продвигаясь, он забирает на себя запечатанный лист. При подаче гофрокартона гофр должен идти параллельно направлению движения. Оба склеенных листа проходят через пару прессваликов и попадают на приемный стол.

На современных автоматизированных кашировальных машинах можно использовать как двухслойный и трехслойный гофрокартон толщиной до 7 мм, так и микрогофрокартон толщиной от 1,2 до 1,8 мм. Машины имеют форматный ряд от 300 x 500 до 1640 x 1640 мм. Каширующим материалом могут служить листы бумаги или картона плотностью от 100 до 600 г/м<sup>2</sup>.

Точность склейки составляет  $\pm 1$  мм и зависит от качества листов; особенно важна плоскостность и равномерная толщина переднего края картона или гофрокартона, а также жесткость и направление волокон кроющего листа. Производители оборудования рекомендуют использовать дисперсионный клей ПВА. Качество конечного продукта, в первую очередь, определяется качеством применяемого клея ПВА, особенно при кашировании бумагой, которая имеет склонность к образованию пузырей и складок.

Модификации машин варьируются от моделей, где подача и кроющих листов, и картона производится вручную, до полностью автоматизированных с автоматическим введением листов, включая устройство автоматической подачи клея. Производительность достигает 8 тыс. листов в час и зависит от скорости машины, формата (особенно длины листов), свойств и качества материалов, плоскостных свойств, а также от квалификации персонала и состояния машины. Если в качестве кашируемого материала используется картон, то производительность снижается.

Это оборудование обеспечивает высокое качество каширования при минимальных затратах времени и применении широкого спектра материалов, в том числе проблемных.

В развитии оборудования как для каширования, так и для прямой печати на гофрокартоне можно выделить несколько ключевых направлений:

- повышение надежности при эксплуатации;
- сведение к минимуму количества отходов;
- сокращение времени, затрачиваемого на переход к следующему заказу;
- возможность интегрирования в цифровой производственный процесс с цифровой системой управления.

Машины ориентированы на выпуск небольших, средних тиражей продукции и для выпуска крупнотиражной продукции.

Машины серии выпуска крупнотиражной продукции оснащаются автоматическим высокостапельным приемным устройством, работающим в безостановочном режиме *non-stop*. В машинах серии для малотиражной и среднетиражной продукции приемным устройством служит стол для удаления готовой продукции вручную.

Технология каширования заключается в следующем. Верхний запечатанный и нижний бумажный лист или лист гофрокартона, которые должны быть склеены, подаются в секцию склейки из двух автоматических самонакладов с помощью транспортировочных лент.

Оба самонаклада имеют систему автоцентровки листа. Верхний (запечатанный отгиск) лист в серии для малотиражной продукции подается автоматическим пневматическим универсальным самонакладом, нижний лист подается фрикционными листоотделяющими вакуумными ремнями с системой регулировки вакуума. В серии для крупнотиражной продукции оба самонаклада пневматические, универсальные, с автономными приводами работающие в режиме *non-stop*. До устройства нанесения клея транспортеры верхнего и нижнего листов оснащены устройствами привода, что обеспечивает их точную склейку. Устройство нанесения клея имеет регулируемую систему точной дозировки толщины наносимого клея.

После нанесения слоя клея на обратную сторону верхнего листа и склейки его с нижним листом выполняется обжим изделия в конвейере без сушки. Из конвейера готовые кашированные листы выводятся на приемное устройство. В случае изготовления гофрокартона типа *D* могут использоваться гофрированные листы типов *A*, *B* и *E*.

В комплектацию машин включены паллеты и поддоны для самонакладов, дукторные ножи для клеевого устройства, алюминиевая лестница, пластиковая емкость для клея, комплект запасных частей, инструменты.

К преимуществам автоматических кашировальных машин можно отнести фотоэлектрический датчик положения листа, удобную систему изменения давления, регулируемую с пульта, автоматическую регулировку клеевого слоя. Совмещение листов (продольное, поперечное и угловое) регулируется с пульта. Производительность автоматических кашировальных машин — до 8000 листов/ч. Диапазон плотности подаваемого верхнего листа — от 250 до 400 г/м<sup>2</sup>.

Полуавтоматические кашировальные машины обладают значительным преимуществом по этому параметру: вручную оператор может подать лист плотностью от 120 до 600 г/м<sup>2</sup>. Однако при работе с толстой и тонкой бумагой придется дополнительно подбирать режимы работы машины и параметры клея. Производительность полуавтоматических машин составляет около 4000 листов/ч.

Наиболее дешевыми являются кашировальные машины с ручной подачей. Они представлены с рабочей шириной от 920 до 1300 мм. Максимальная производительность таких моделей около 2500 листов/ч.

### **Контрольные вопросы**

1. Определите назначение и виды ламинирования, припрессовки и каширования.
2. Что такое экструзионное ламинирование?
3. Опишите процессы ламинирования с использованием расплава полимера и с использованием синтетического воска.
4. Что такое мокрое и сухое ламинирование?
5. Что такое сольвентное и бессольвентное ламинирование?
6. Что такое горячее и холодное ламинирование?
7. Какие пленки применяются при припрессовке?
8. Какие клеи, лаки и растворители применяются при припрессовке?

9. Назовите требования, предъявляемые к качеству печати и запечатанной продукции для припрессовки.

10. Определите факторы, влияющие на качество припрессовки.

11. Назовите требования, предъявляемые к качеству продукции с клеевой припрессовкой пленки.

12. Как производится контроль качества клеевой припрессовки, в чем причины дефектов и какие существуют способы их устранения?

13. Назовите требования, предъявляемые к качеству продукции с бесклеевой припрессовкой пленки.

14. Как производится контроль качества бесклеевой припрессовки, в чем причины дефектов и какие существуют способы их устранения?

15. Назовите требования к участку для припрессовки пленки.

16. Как классифицируется оборудование для ламинирования?

17. В чем технологические особенности ламинаторов?

18. В чем заключается процесс каширования?

19. Опишите оборудование для каширования.

## 4. ТИСНЕНИЕ

### 4.1. История возникновения и области применения тиснения

Еще в VI в. нашей эры тиснение книг с деревянных досок было известно в Китае, откуда и получило широкое распространение. В Европе тиснение впервые стало применяться при изготовлении игральнх карт. В XIII в. на деревянной доске вырезалось выпуклое изображение, и с помощью этой доски делался оттиск на бумаге. Уже в эпоху Средневековья Иоганн Гуттенберг придумал наборные литеры. Он заменил непрочные деревянные литеры на металлические, и с помощью простейшего пресса стал печатать первые книги в Европе. Примерно тем же путем, но на сто лет позже, двигался и наш соотечественник Иван Федоров.

**Тиснением** называется процесс получения изображения путем деформирования материала, в результате которого изменяются форма и гладкость поверхности, а также — это процесс изготовления полых изделий из плоского материала. В процессе тиснения может меняться цвет поверхности материала, если одновременно с деформированием материала на место, где он деформирован наносится покрытие путем приклеивания пигментированной или металлизированной пленки.

Тиснение нашло широкое применение при оформлении издательской и рекламно-сувенирной продукции. Для новичков рекламно-сувенирного бизнеса будет полезно узнать, что одно из самых популярных направлений применения горячего тиснения — это персонализация рекламно-сувенирной продукции и канцелярских принадлежностей: открыток, визиток, приглашений, папок, дипломов, меню, этикеток, полиэтиленовых и бумажных пакетов, ежедневников, телефонных и записных книжек, обложек на документы и т.п. Очевидны преимущества горячего тиснения фольгой, конгревного и блинтового тиснения.



Помимо тиснения на таре и упаковке из пластика, очень распространено горячее тиснение при изготовлении картонной упаковки. Упаковка для парфюмерии, косметики, элитной вино-водочной продукции, медицинских препаратов, игрушек украшается золотой, серебряной, цветной фольгой, а зачастую и выпуклым рельефным тиснением (конгревным) и сразу же становится более презентабельной и отличной от всего многообразия обычной упаковки.

Тиснение на изделиях, изготовленных из пластика очень часто встречается в декорировании изделий бытового назначения повседневного использования (щетки, расчески, футляры, ручки зонтиков, обувных аксессуаров и пр.), канцтоваров (степлеров, карандашей, подставок для бумаги), в маркировке тары и упаковки, в электротехнической промышленности. Тиснение фольгой может производиться практически по любым видам пластика.

Тиснение — распространенный вид отделки этикеток, позволяющий красиво и ярко подчеркнуть необходимое изображение. Этикетки с тиснением золотом, серебром, а также конгревным тиснением мы ежедневно приобретаем в магазинах. Именно товар, оформленный таким образом, привлекает наибольшее внимание покупателя.

## 4.2. Классификация способов тиснения

Способы тиснения можно разделить на группы по нескольким признакам, а именно, по:

- *характеру формы поверхности материала*: плоское, объемное;
- *числу поверхностей материала, обрабатываемых тиснением*: одностороннее, двухстороннее (рис. 4.3);
- *виду тисненой поверхности*: плоское, рельефное, конгревное, генирование, гофрирование, текстурирование;
- *нанесению покрытия*: бескрасочное (блинтовое), тиснение фольгой (плоское, рельефное и конгревное), красочное, тиснение с инкрустацией, тиснение с наклейкой иллюстрации;

- *виду инструмента (штампа)*: тиснение плоским штампом, цилиндрическим штампом;
- *нагреву инструмента*: холодное, горячее;
- *типу используемого оборудования*: тиснение на тигельных, плоскочечатных, ротационных прессах;
- *виду материала*: по бумаге, картону, пластику, ткани, коже;
- *виду изделия*: на обрезках книжного блока, переплетных крышках, обложках, открытках, этикетках, пластиковых карточках, упаковках, канцелярских изделиях, тиснение кредитных карточек, бумажных, лотерейных билетов и банковских документов, оптических защитных элементов;
- *характеру работы*: штриховые, плашечные работы, работы смешанного типа.

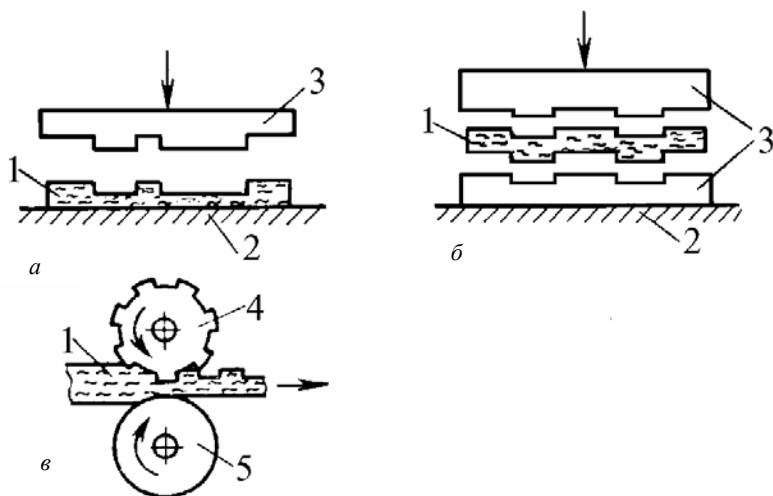


Рис. 4.1. Блинтовое тиснение: *а* — блинтовое тиснение плоским штампом; *б* — блинтовое тиснение плоским двухсторонним штампом; *в* — блинтовое тиснение ротационным штампом; *1* — материал; *2* — жесткое основание; *3* — плоский штамп; *4* — ротационный штамп; *5* — опорный вал

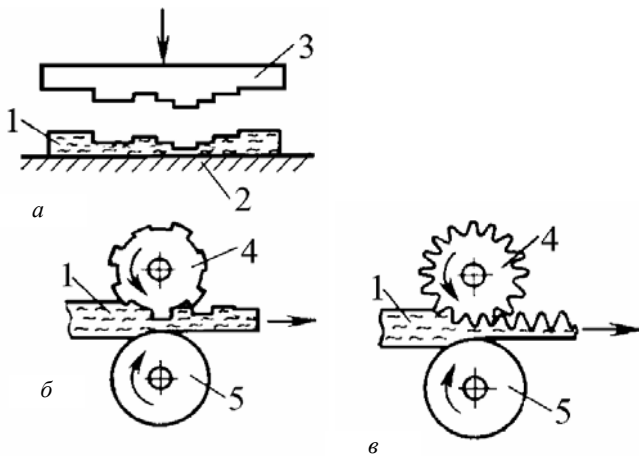


Рис. 4.2. Одностороннее рельефное тиснение: *а* — рельефное тиснение плоским штампом; *б* — одностороннее рельефное тиснение ротационным штампом; *в* — гренирование; 1 — материал; 2 — жесткое основание; 3 — плоский штамп; 4 — ротационный штамп; 5 — опорный вал

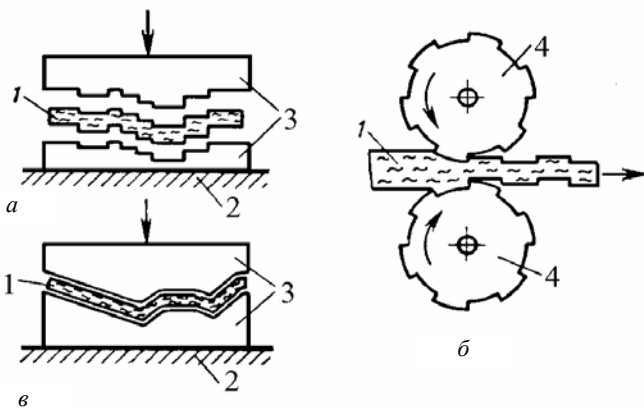


Рис. 4.3. Двухстороннее рельефное (конгревное) тиснение и гофрирование: *а* — рельефное тиснение плоским штампом; *б* — рельефное тиснение ротационным штампом (гофрирование); *в* — высокопластичное рельефное тиснение; 1 — материал; 2 — жесткое основание; 3 — плоский штамп; 4 — ротационный штамп

Наиболее простой вид тиснения — *плоское блинтовое* (бескрасочное) тиснение, при котором все элементы изображения получают углубленными и лежащими в одной плоскости (рис. 4.1). Материал помещается между опорной поверхностью и штампом, изображение несколько углублено относительно поверхности. Штмп для плоского тиснения подобен форме высокой печати с одинаковым ростом всех печатных элементов.

Блинтовое плоское тиснение применяется для отделки поверхности материала (например, переплетной бумаги под шагрень) или для обработки переплетных крышек из картона и пластмассы. Характеризуется частичным уплотнением материала.

Блиновым плоским тиснением оформляют марку и название издательства, рамки, орнаменты, схематичные рисунки и др. Часто оно играет вспомогательную роль: тиснение плашки (значительной по площади сплошной поверхности) выполняют для сглаживания грубой фактуры некоторых видов покровных материалов, чтобы повысить качество последующего тиснения полиграфической фольгой, печати переплетными красками, сделать защитное углубление и обозначить место для наклейки иллюстрации.

Блинтовое плоское тиснение не следует делать на переплетных крышках, собранных из тонкого (менее 1,25 мм) картона, а также при любой толщине картона, если в качестве покровного материала использованы бумага (оттиск) с лакировкой или припрессованной пленкой, коленкоры марки КМК (типа «модерн») или с лаковым покрытием, ткань, склеенная с бумагой. Этот способ не рекомендуется применять как самостоятельный вид оформления на переплетных крышках с грубой открытой ткацкой фактурой покровного материала, с текстурной печатью.

*Рельефное тиснение* характеризуется тем, что элементы изображения лежат в разных плоскостях (рис. 4.2).

*Конгревное тиснение* является двухсторонним рельефным тиснением с получением на обратной стороне материала рельефного изображения, повторяющего изображение на лицевой стороне (рис. 4.3). Данный вид тиснения назван по имени У. Конгрева (1772–1828), англ-

лийского конструктора, придумавшего данный вид тиснения. Изображение может быть как выпуклым, так и вогнутым. Достоинством данной технологии является способность придать продукции индивидуальность. Применяется для изготовления визитных карточек, фирменных бланков, ярлыков, приглашений и другой полиграфической продукции.

Для рельефного (конгревного) тиснения используется прессовая пара: матричный штамп с углубленным изображением и контрштамп + матрица с выпуклым изображением, в точности повторяющим штамп, но в обратном рельефном виде. В этом случае полученное изображение возвышается над поверхностью материала.

Иногда применяется патричный штамп с выступающим изображением и контрштамп — матрица с вогнутым изображением, в точности повторяющим штамп, но в обратном рельефном виде. В таком случае полученное изображение располагается ниже поверхности материала.

Различают окрашенный и неокрашенный (слепой) конгрев, одноуровневый и многоуровневый конгрев. При многоуровневом конгревном тиснении используются гравированные латунные штампы. Слепое конгревное тиснение делается как холодным, так и горячим штампом.

Изготовление конгревных штампов требует весьма высокой квалификации гравера, что обуславливает их сравнительно высокую стоимость, поэтому конгревным тиснением обычно оформляют переплетные крышки изданий улучшенного и подарочного типов, обложки популярных серий, рекламных и отраслевых журналов, открытки, этикетки.

Разновидностями рельефного тиснения являются операции отделки рулонных и листовых материалов — гренирование и гофрирование.

*Гренирование* — это вид одностороннего рельефного тиснения, в результате которого изменяется фактура или создается однородный рельеф у тонкого рулонного или листового материала (рис. 4.2). Величина рельефа лицевой поверхности материала невелика и обычно

меньше его толщины. Гренирование — это изменение фактуры или создание определенного рельефа у тонкого рулонного или листового материала и на оттисках. Оно применяется при изготовлении специальных видов бумаги и картона, в производстве упаковки престижных товаров и редко — при изготовлении репродукций и открыток высокого качества. Технология гренирования во многом аналогична технологии конгревного тиснения, но величина рельефа лицевой поверхности материала или оттиска невелика, обычно меньше толщины материала, подвергаемого отделке.

В массовом производстве гренированных материалов прессовая пара представляет собой латунный каландр из двух стальных валов. На поверхность одного вала регулярный рельефный рисунок наносится электронным гравированием, травлением медного покрытия или набивкой комплектом пуансонов. Второй цилиндр играет роль матрицы, он имеет плотное бумажное покрытие, контррельеф на котором получают постепенным вдавливанием рельефного изображения на малой скорости работы каландра. В среднесерийном производстве, при работе на позолотных прессах штамп изготавливают ручным гравированием, травлением листовой меди или латуни после получения на пластине копии изображения, стойкой к действию хлорного железа. В качестве матрицы могут быть использованы картон поверхностной плотностью от 250 до 1000 г/м<sup>2</sup>, твердая резина, кожа и специальная паста, затвердевающая при введении инициатора полимеризации. Вид матрицы подбирается с учетом вида рисунка и материала для гренирования: картонная — для простых изображений на тонкой бумаге и металлической фольге, на толстой бумаге и картоне, резиновая — для мелких рисунков на жесткой бумаге, полимерная — для любых рисунков на мягкой бумаге и полимерных пленках.

Рекомендуемая влажность бумаги и картона в процессе гренирования — 10%. В процессе гренирования регулируются температура, сила прижима и скорость вращения каландра, которые и определяют время силового и теплового воздействия на деформируемый материал. Эти параметры, как и режимы конгревного тиснения, опреде-

ляют качество продукции — внешний вид и сохранность полученного рельефного рисунка.

Разновидностью гренирования является воспроизведение фактуры мазка при факсимильном воспроизведении картин масляной живописи. По технологии УкрНИИСВП (Украина) для репродукций в масштабе 1:1 тиснение рельефа выполняется на плоскочечатных машинах с гальваностереотипов, полученных с каучуковой матрицы. Рельеф мазка на репродукциях, выполненных в уменьшенном масштабе (например, на открытках), воспроизводят с гравированных вручную штампов по обычной технологии конгревного тиснения.

*Гофрирование* — это вид конгревного тиснения с получением однородного рельефа у тонкого рулонного или листового материала (см. рис. 4.3, б).

*Текстурирование* — способ тиснения, в результате которого получается текстура. Текстура — мелкий, одноуровневый рельеф с малым рисунком, повторенным до бесконечности, который воспроизводит вид определенного материала, например кожи.

**Комбинированные виды тиснения.** Для получения глубокого или тонкого детального рельефа используются блинтовое плоское и конгревное тиснения. Сначала материал подвергается обработке штампом для плоского тиснения, а затем штампом для конгревного тиснения при втором проходе через машину.

В последнее время в отечественной полиграфии в производстве изданий малого формата и большого объема (толщиной 15–20 мм и более) стали применять конгревное тиснение на обложке из генированного материала толщиной 0,22–0,24 мм.

*Тиснение фольгой* благодаря своим богатым изобразительным возможностям стало самым распространенным способом полиграфического оформления изданий.

Тиснение полиграфической фольгой, как и блинтовое плоское тиснение, выполняется нагретым плоскорельефным штампом, давящие элементы которого возвышаются над пробельными и лежат в одной плоскости. Существенным отличием этого способа является то, что в процессе тиснения между штампом и материалом помеща-

ется полиграфическая фольга, имеющая красочный слой, который нанесен на эластичную подложку и содержит адгезив. Красочный слой легко отделяется от подложки под действием горячего штампа и закрепляется на деформированной поверхности материала с помощью адгезива.

Технология тиснения полиграфической фольгой во многом сходна с технологией блинтового плоского тиснения, но при этом добавляются операции раскроя фольги, подготовки фольгоподающего механизма, изменяются режимы тиснения. Перенос всех слоев фольги (лака, металлизированного слоя, цветных пигментов) на субстрат под воздействием температуры и давления за одну рабочую операцию и есть процесс горячего тиснения.

**Тиснение с высокой печатью** выполняется на переплетных крышках. Для печатания применяют специальные переплетные краски на пентафталево-связующем, которые отличаются от обычных красок для высокой печати повышенной вязкостью и липкостью, высокой кроющей способностью и скоростью закрепления. Печать переплетными красками расширяет возможности внешнего художественного оформления книг, позволяет снизить себестоимость полиграфического оформления крышек вследствие меньшего расхода относительно дешевого материала.

Этот способ рекомендуется применять для оформления переплетных крышек из материалов с крахмально-каолиновым и нитрополиамидным покрытиями или без покрытия — коленкоров марок КОК, КМК, КВК, тканей, склеенных с бумагой, допускается для оформления крышек, покрытых бумагой, в том числе лакированной и с припрессованной пленкой. Для оформления переплетных крышек из материалов с нитроцеллюлозным и поливинилхлоридным покрытиями этот способ применять не следует, так как оттиски удовлетворительного качества получить не удастся вследствие плохой смачиваемости этих покрытий переплетными красками.

**Тиснение с инкрустацией.** Инкрустация — это приклеивание на материал крышки другого по цвету материала по всей площади рисунка или какой-либо его части. Переплетный покровный материал



с предварительно нанесенным на изнаночную сторону и высушенным слоем термоплавого клея (ПВАД, костного и др.) выкраивается так, чтобы размер заготовки был больше размера изображения на 5 мм со всех сторон. Материал приклеивают в позолотном прессе штампом для блинтового плоского или конгревного тиснения, имеющим по контуру рисунка режущие кромки высотой чуть больше толщины приклеиваемого материала. Тиснение с одновременной приклейкой и высечкой производят при температуре штампа 110–120° С. После тиснения излишки материала снимают вручную.

Из-за сложности изготовления штампа и дополнительных операций по нанесению и сушке клея и раскроя заготовок этот способ, дающий высокий художественный эффект, применяется весьма редко, в основном при оформлении переплетных крышек изданий подарочного типа с ледериновым покровным материалом, с гладким или гренированным бумажным покрытием, на которое инкрустируют рельефное изображение многоцветного оттиска.

***Тиснение с наклейкой иллюстрации.*** Предварительно на переплетной крышке выполняется блинтовое плоское тиснение штампом-плашкой соответствующего размера, которое позволяет точно в нужном месте наклеивать иллюстрацию, обеспечивает полный контакт клеевого слоя с материалом крышки, предохраняет иллюстрацию от повреждений при транспортировке и пользовании книгой. Глубина тиснения должна быть несколько больше толщины бумаги иллюстрации, чтобы плоскость приклеенной иллюстрации располагалась ниже лицевой поверхности крышки. Вокруг плашки иногда предусматривают тиснение окаймляющей рамки или орнамента. Наклейка иллюстраций применяется при изготовлении изданий подарочного типа, изданий по искусству при оформлении переплетных крышек типов 7 и 8.

***Тиснение на обрезах книжных блоков*** является самым старым и представительным видом отделки поверхностей обрезов. Оно очень дорогое, так как производится обычно вручную, а также на полуавтоматических и автоматических машинах. Тисненные (позолоченные) обрезы лучше всего соответствует требованиям защиты и

эстетического оформления. Для качественного нанесения листового (сусального) золота требуется специальная подготовка оператора.

Позолоченный обрез применяется для редких переплетов вручную изготовления, библий, сборников церковных песнопений и дорогостоящих отдельных изданий, которые рассматриваются не как предметы пользования, а скорее как предметы коллекционирования.

**Тиснение плоским штампом** выполняется в тигельных прессах. Контакт штампа и материала происходит сразу по всей плоскости. Время контакта значительное, что позволяет выполнить конгревное тиснение и получить глубокий рельеф на материалах высокой плотности и толщины. Недостатком данного вида тиснения являются возможные тепловые деформации штампа, что снижает точность приводки и воспроизведения изображения на материале, а также возможно образование воздушных пузырей.

**Тиснение цилиндрическим или ротационным штампом** называют еще ротационным тиснением. Оно выполняется на плоскопечатных и ротационных прессах. Вследствие контакта штампа с материалом по узкой полосе и малого времени контакта этот вид тиснения лишен недостатков, характерных для тиснения плоским штампом. Однако его технологические возможности ограничены в области конгревного тиснения. Применяется для тиснения только на материалах малой плотности и толщины.

**Холодное тиснение** не нагретым штампом мало распространено. Оно бывает двух видов: *бескрасочное тиснение с прессованием материала и тиснение фольгой без прессования.*

Первый вид холодного тиснения выполняется обычно полимерными штампами на материалах малой плотности и толщины.

Второй вид холодного тиснения представляет процесс нанесения фольги на запечатываемый материал с помощью специальных полимеризирующихся лаков (клея), чаще УФ-лаков или УФ-клея, предварительно нанесенных на поверхность материала выборочным способом. Это сравнительно недавно разработанный технологический процесс, который рекомендуется, например, для изготовления самоклеящихся этикеток.

Холодное тиснение фольгой без прессования материала является разновидностью клеевого ламинирования или припрессовки фольги к материалу.

Холодная припрессовка фольги — дешевый процесс, который позволяет улучшить оформление печатной продукции без значительного увеличения ее стоимости, помогая полиграфистам, не предоставлявшим ранее услуги тиснения, выходить на новый рынок. Еще недавно холодное тиснение фольгой имело репутацию перспективной, но сложной технологии, успешно внедрить которую удавалось лишь единицам. Сегодня, с разработкой нового клея и специальной фольги, технология холодной припрессовки фольгой стала доступной для внедрения во всех типографиях, располагающих печатно-отделочными линиями.

Хотя эта технология делает производственный процесс более гибким и снижает затраты на производство, она ни в коем случае не заменяет горячее тиснение, а лишь позволяет расширить область применения фольги.

При сравнении технологий следует принять во внимание, что с увеличением тиража стоимость оттиска, полученного методом горячего тиснения, уменьшается быстрее, чем стоимость оттиска, изготовленного холодным тиснением. Это обусловлено тем, что при больших тиражах стоимость штампа для горячего тиснения составляет лишь незначительную часть общей стоимости заказа, в то время как расход клея при холодной припрессовке прямо пропорционален тиражу. Расходными материалами при холодной припрессовке фольги являются формные пластины, клей и фольга.

Холодная припрессовка фольги к материалу открывает перед типографиями возможности отделки материалов, которые раньше не могли металлизироваться фольгой. Благодаря отсутствию необходимости в изготовлении дорогостоящих штампов, а также легкости настройки оборудования, новая технология может потеснить позиции горячего тиснения фольгой в секторе малотиражной продукции. Дальнейшее развитие холодной припрессовки фольги к материалу будет связано с совершенствованием и удешевлением клея и фольги.

## Контрольные вопросы

1. Классифицируйте способы тиснения.
2. Что такое блинтовое плоское тиснение?
3. Что такое рельефное тиснение?
4. Что такое конгревное тиснение?
5. Что такое гренирование, гофрирование и текстурирование?
6. Что такое тиснение фольгой?
7. Назовите комбинированные способы тиснения.
8. Опишите процесс тиснения с высокой печатью.
9. Опишите процесс тиснения с инкрустацией.
10. Опишите процесс тиснения с наклейкой иллюстрации.
11. Опишите процесс тиснения на обрезах книжных блоков.
12. Что такое холодная припрессовка фольги к материалам?

### 4.3. Штампы для тиснения и материалы для их изготовления

Процесс тиснения заключается в давлении нагретого или не нагретого **штампа** на материал, которое осуществляется при помощи латунного, стального, цинкового или полимерного штампа. Штампы служат для воспроизведения текста или изображения в рельефе. Они позволяют делать многократные копии.

Штампы можно классифицировать по следующим признакам:

- *назначению*: для блинтового, рельефного, конгревного тиснения; гофрирования; гренирования; текстурирования;
- *виду инструмента* (штампа): плоский, ротационный;
- *виду материала*: стальной, медный, латунный, магниевый, цинковый, пластмассовый, фотополимерный;
- *оригинальности*: оригинальный, дубликат.

В основном используют штампы для блинтового, рельефного и конгревного тиснения (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Штампы для: *а* — конгревного тиснения; *б* — плоского (блинтового) тиснения; *в* — рельефного тиснения

Для надежного крепления штампа крепежными крючками его наружные ребра должны иметь четкий профиль. Заказчики могут задавать производителям штампы с определенными размерами сечения. Толщина и углы сечения выбираются, главным образом, согласно оборудованию машины для тиснения.

**Требования к геометрии штампа.** Штампы для блинтового плоского тиснения и тиснения фольгой имеют вид монолитной формы высокой печати с глубокими (1,5–2 мм) пробельными элементами (рис. 4.4, *б*). Боковые грани давящих элементов могут быть вертикальными или наклонными с углом наклона к вершинам до  $15^{\circ}$ . Толщина штампов для позолотных прессов тигельного типа может колебаться от 4 до 8 мм, но в одном комплекте для данного заказа и способа отделки все клише должны иметь одинаковую толщину. На рис. 4.5 показаны размеры штампов для листовых тигельных прессов *Bobst Autoplaten*, оборудованных сотовыми рамами.



Рис. 4.5. Размеры штампа для тиснения

Толщина штампа имеет следующие значения: для Европы — 7 мм; для США — 6,35 мм. Допуски толщины  $\pm 0,05$  мм в различ-

ных точках на том же самом штампе и  $\pm 0,1$  мм между двумя штампами.

К параметрам рельефа штампа могут предъявляться следующие требования:

- разность по высоте между двумя рельефами не должна быть слишком большой, чтобы избежать изнашивания картона (рис. 4.6, *a*);
- как правило, высота рельефа не должна превышать двойной толщины картона;
- малые детали изображения не устанавливают слишком близко друг к другу, иначе не будет оставаться достаточно места для правильного формообразования на картоне;
- элементы изображения должны быть разнесены более широко, чем для печати, чтобы гарантировать получение достаточной глубины рельефа;
- линии малой ширины и детали изображения также не должны быть слишком глубоки. Глубина линии должна быть равна толщине до 0,35 мм, (рис. 4.6, *b*);
- чем меньше угол рельефа, тем меньше риск образования разрывов (задирания, износа) картона (рис. 4.6, *в*). Однако угол не должен быть слишком мал, поскольку это играет роль в отсоединении фольги.

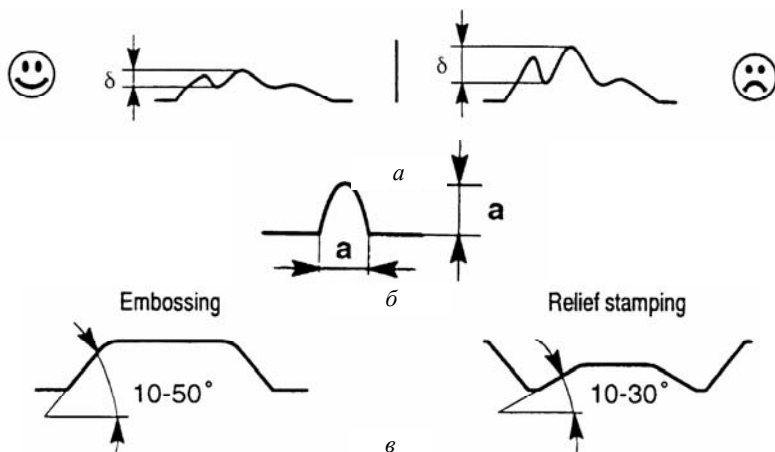


Рис. 4.6. Требования к рельефу: *a* — к высоте рельефа;  
*b* — к высоте и толщине линии; *в* — к углу рельефа

Максимальная глубина (высота), получаемая при рельефном тиснении — 0,6 мм. Очень острых угловых рельефов избегают, поскольку они часто содержат области, подверженные к сдвигу и резке. Для текстурного тиснения высота рельефа составляет 0,07–0,1 мм (рис. 4.7).

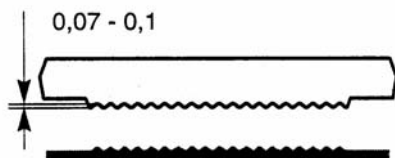


Рис. 4.7. Штамп для текстурного тиснения

Штампы на каждый элемент или группу графических элементов, которые тиснятся совместно и имеют небольшую площадь, должны быть цельными. При большой площади тиснения желательно чтобы для каждого изделия напечатанного на листе было свое клише — это обеспечит более точную приводку в случае неравномерной

усадки запечатанного материала. Однако большое количество клише удлиняет время приладки на прессе.

Рабочая поверхность штампа должна быть отполирована (на магневых клише не обязательно).

При заказе штампов предварительно определяют характеристики гравирования, задают точные параметры деталей и прилагают описание конструкции, которая будет воспроизведена. Указывают особенности рельефа (скошены грани или округлены). Отмечают внутренние и внешние уклоны. Если возможно, изготовителю передается негативная пленка для преобладающего цвета. Рисунки и фотографии объекта помогают правильно изготовить рельеф. Там, где образец имеет более чем один уровень рельефа, различные глубины (высоты) можно показывать на рисунке цветными линиями. Глубина (высота) рельефа при конгревном тиснении составляет не более чем 0,5 мм.

Как уже отмечалось, штампы изготавливают из стали, латуни, меди, магния, цинка, фотополимера и бекелита. Оригинальные металлические штампы производят кислотным травлением, ручным гравированием, гравированием с помощью пантографа.

Поверхности штампов, работающих с фольгой, зачищаются и полируются, поскольку любые отметины или пятна могут быть воспроизведены при работе. Зачисткой удаляются любые остатки, что продлевает срок службы штампа. Для зачистки используется специальная оснастка. Для тонкого шлифования штампов из твердого сплава используется латунная щетка. Такая щетка не пригодна для обработки более мягких металлов типа магния, поскольку она может повредить оттиск.

Штампы для тиснения могут покрываться пленкой масла для сохранения их в хорошем состоянии. Затем масло очищается, и штамп чистят щеткой перед многократным использованием. Металлические штампы никогда не должны храниться рядом, поскольку это может вызывать электролиз; хранят их отдельно в полиэтиленовых пакетах.



В процессе изготовления штампа для блинтового плоского тиснения могут быть произведены заплечики (рис. 4.8), перпендикулярные к поверхности штампа. Преимуществом такой технологии является то, что после износа мелкие рисунки и символы остаются первоначальной ширины. Перпендикулярные профили создаются протравливанием меди кислотой или с использованием станка с числовым программным управлением.



Рис. 4.8. Заплечики изображения

Первым шагом в технологии изготовления штампа для конгревного тиснения является гравирование. На этом этапе изготавливается матрица, после чего рельеф обрабатывается фрезой и крутые гребни сглаживаются очень мелкой наждачной бумагой, чтобы предотвратить резку фольги.

**Получение рисунка на заготовке штампа до гравирования.** В обычных гравировальных процессах, т.е. при травлении кислотой, ручном гравировании или гравировании с помощью пантографа, сначала на заготовке штампа получают рисунок. Необходимо знать коэффициент температурного расширения материала клише и температуру тиснения, которая зависит от сорта фольги и типа бумаги (например, текстурные бумаги требуют повышенной температуры тиснения). Самый простой способ расчета состоит в перемножении разницы температур тиснения ( $180^{\circ}\text{C}$ ) и экспонирования ( $20^{\circ}\text{C}$ ), т.е. в умножении  $160^{\circ}\text{C}$  на коэффициент температурного расширения (для магния  $0,00289\%$  на  $1^{\circ}\text{C}$ , а для меди  $0,0015\%$  на  $1^{\circ}\text{C}$ ) и уменьшении изображения на получившееся значение (в процентах). Если подходить более грубо, то изображение на пленке для изготовления штампа должно быть приблизительно на  $0,2\text{--}0,5\%$  меньше проектируемого. Тогда при горячем тиснении требуемое изображе-

ние вернется за счет расширения клише к тому размеру, который был запланирован изначально.

Рисунок может быть выфрезерован или выгравирован, чтобы дать позитивный или негативный рельеф.

Перед печатью рисунка на заготовке штампа изготавливается **негативная или позитивная пленка изображения** (рис. 4.9). Она служит шаблоном для рисунка, который будет напечатан на штампе для тиснения. Линейные размеры пленки не должны превышать 500×600 мм.



Рис. 4.9. Негативная (а) и позитивная (б) пленки

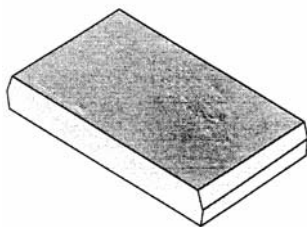


Рис. 4.10. Покрытие заготовки штампа фоторезистом

Металлическое основание штампа нагревают и всю поверхность покрывают фоторезистом (светочувствительным слоем), (рис. 4.10), который придает латунным, стальным и медным штампам коричневый вид. Магниевые штампы обычно уже имеют красное покрытие фоторезиста. Нижняя (нерабочая) часть штампа при этом должна быть защищена при травлении. На магневых матрицах эта сторона зеленая.

В течение процедуры **инсоляции** (рис. 4.11) штамп со стороны фоторезиста облучается УФ-лучами, проецируемыми сквозь пленку, несущую изображение. Лучи проходят через прозрачные области на пленке, делая облученные части штампа стойкими к вымыванию.

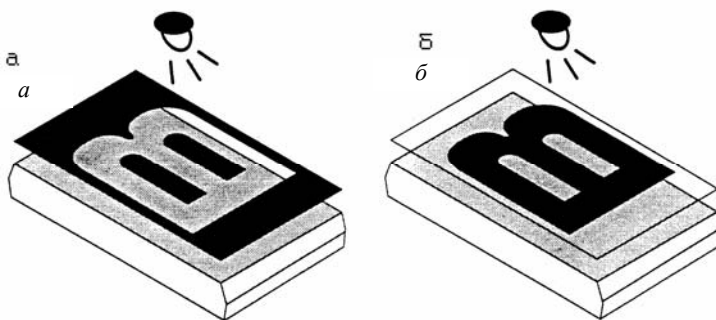


Рис. 4.11. Процесс УФ-облучения

После инсоляции изображения *проявляют*, и подвергнутые воздействию лучей стойкие области, предстают светлыми (рис. 4.12). Нестойкие к вымыванию части заготовки штампа затем разрушаются путем набрызгивания на них «слабой кислоты». При других методах гравирования границы проявленного рисунка служат в качестве направляющих для обработки резанием (рис. 4.13).

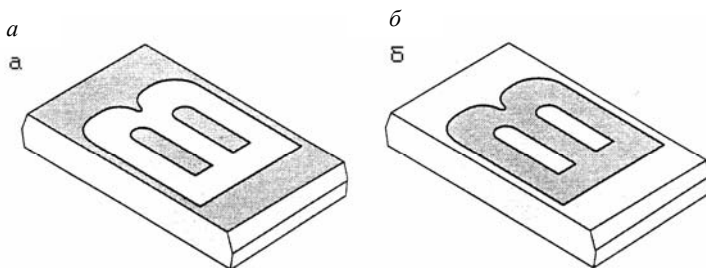


Рис. 4.12. Проявленные рисунки на заготовках штампа

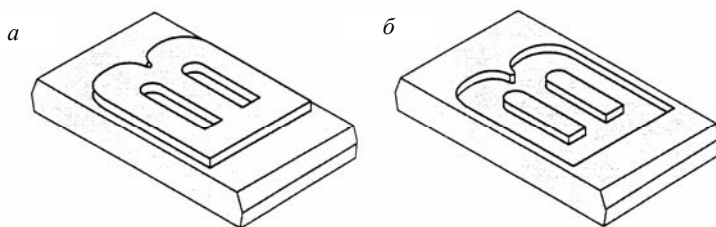


Рис. 4.13. Заготовка штампа перед гравированием

**При кислотном травлении** металлическую заготовку штампа с предварительно нанесенным на нее светочувствительным слоем закрепляют в копировальной раме. Поверх плиты размещают пленки с изображением элементов тиснения (для плоского и блинтового — негатив, для конгревного — позитив). Пленки должны быть выведены с учетом термического коэффициента расширения металла. Производят процесс засвечивания, все те места, которые подверглись засвечиванию, будут являться печатными элементами. Далее заготовку помещают в ванну с кислотным раствором, в котором происходит вымывка пробельных элементов, или заготовка штампа устанавливается на вращающуюся подставку в машине, содержащей кислотную ванну. Кислота распыляется на заготовку во время ее вращения, воздействуя равномерно на не подвергнутые облучению поверхности материала. Эти поверхности затем протравливаются, чтобы проявить изображение. После этого заготовку промывают под проточной водой и сушат. Если нужно, то можно произвести дополнительное фрезерование. Обычно наиболее часто (при работе на стали и меди) используется соляная кислота. Магний и цинк разрушаются азотной кислотой.

На участках заготовки штампа, которые содержат позитивные рельефы, поверхности, окружающие изображение, затем фрезеруют на глубину от 1 до 1,5 мм.

Медные штампы для тиснения изготавливаются путем погружения их в ванну (раствор) грунтовки (операция затравки), которая

протравливает штамп для тиснения на глубину 0,015 мм. Затем, используя гладкий кожаный ролик, наносят слой краски на поверхности, которые не были протравлены. После чего на штамп для тиснения напыляют слой порошкового асфальта. Покрытый штамп нагревают, чтобы сплавился асфальт, который предохраняет непротравленные области. Затем штамп помещают в машину, которая снова распыляет кислоту. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина (высота) рельефа. Как только травление закончено, асфальт удаляется с использованием специальных веществ.

Металлы взаимодействуют с кислотой с различными скоростями. Травление кислотой наиболее эффективно для создания штампов, сделанных из металлов с высокой химической активностью, и наоборот, если металл имеет слабую химическую активность, процесс травления может оказаться медленным и дорогостоящим. По химической активности металлы располагаются, начиная с наиболее активного, в следующий ряд: магний, алюминий, цинк, сталь, латунь, медь.

Можно выделить следующие *особенности обработки штампов кислотным травлением*:

- все металлы, используемые для создания штампов, могут быть протравлены. Это сталь, медь, латунь, магний и цинк;
- кислота воздействует на штамп, протравливая под углом между  $15^\circ$  и  $30^\circ$ . Чем выше скорость кислотной струи, тем более острый угол разрушения. Точно так же, чем дольше процедура распыления кислоты, тем больше металла вступает во взаимодействие и больший угол подчеркивается;
- глубина (высота) рельефа находится в диапазоне от 0,25 до 0,3 мм. Допуски на глубину (высоту) — приблизительно 0,05 мм;
- кислотное травление может использоваться для создания высококачественных (мелких, тонких) изображений в твердых материалах. Однако трудно протравить линии малой ширины в более мягких материалах;

- травление может быть произведено быстро в магнии (от 5 до 10 мин); при травлении других металлов требуется больше времени (1–1/2 ч). Продолжительность травления зависит от твердости материала и степени насыщения кислотной ванны. В отличие от других методов гравирования, на время изготовления не влияют размеры изображения.

*Области применения кислотного травления.* Кислота воздействует на металлический штамп равномерно, обеспечивая хорошее протравливание одноуровневых изображений. Травление широко используется для получения текста, особенно при блинтовом тиснении. Путем повторения процедуры экспонирования (инсоляции) можно провести корректурное травление того же самого штампа и создать многоуровневые текстуры. Этот способ также позволяет получить основное изображение с целью последующей доработки его вручную.

*Гравирование с использованием машины с пантографом.* Гравер может использовать пантограф для копирования контуров шаблона, таким образом воспроизводя его в желаемом масштабе на плоской или вогнутой матрице. Изображение увеличивается на масштабный коэффициент, равный двум или более. Шаблон изготавливается на цинковой матрице кислотным травлением. Для этого типа гравирования обычно используется латунь.

Гравер может точно определить угол образца в пределах  $50^\circ$ , оценить глубину (высоту) рельефа в области 0,25 мм, с допуском 0,08 мм. Время гравирования дольше при обработке более жестких металлов. Например, изготовление того же самого образца при гравировании на стали занимает вдвое больше времени, чем на латуни.

Машины с пантографом могут использоваться для создания гравюр только с одним или с несколькими уровнями рельефа. Данный способ имеет преимущество в формировании символов и форм с четкими углами. Шаблон может использоваться для копирования нескольких подобных оригиналов.

*Ручное гравирование.* При ручном гравировании гравер вырезает изображение непосредственно на подвергнутом воздействию лу-

чей штампе, несущем изображение. Металл вырезается постепенно, гравер обращается всякий раз к пленке, чтобы воспроизвести границы изображения точно. При гравировании более тонких деталей используется лупа. Путем припрессовывания модельной глины на гравируру гравер может проверить полученный рельеф.

Наиболее часто используемый для ручного гравирования металл — латунь. Гравированные рельефы могут быть глубиной до 0,6 мм. Цена штампов, выполненных вручную, высокая. Но этот тип гравирования позволяет воспроизводить самые тончайшие детали.

Ручное многоуровневое гравирование рекомендуется для выполнения фигурных рельефов. Особенно широко используется для гравируру, изображающих людей и естественные объекты.

***Гравирование на машинах с числовым программным управлением (ЧПУ).*** При изготовлении штампов методом гравирования на станке с ЧПУ металлическую заготовку штампа закрепляют на фрезерном станке. Изображения элементов тиснения загружают в компьютер станка, производят их масштабирование для учета термического коэффициента расширения металла, после чего приступают к фрезерованию, мелкие пробельные элементы при необходимости выбирают штихелем вручную.

Для автоматического управления процессом изготовления штампа в машине с ЧПУ используется программа. Она пишется с оригинала, показывающего изображение в черно-белом цвете. Изображение может быть или сканировано, или создано прямо на компьютере.

Программа включает данные по точным границам и глубинам (высотам) рельефа. Гравировальные резцы выбирают такие, чтобы точно сформировать углы и рельефы.

Гравирование на машинах с ЧПУ используется на жестких материалах, типа латуни и стали. Размеры получаются точными, а углы — относительно острые. Глубина гравированных рельефов достигает 0,60 мм. На нижней поверхности некоторых штампов

делаются канавки (рифления), предотвращающие деформирование заготовок в течение процедуры обработки.

Машины с ЧПУ могут использоваться для гравирования штампов, применяемых для всех типов работ по тиснению, а также для одноуровневого гравирования и создания ряда совершенно идентичных копий с оригинала. Однако распространенные машины с ЧПУ не способны к воспроизведению той же самой степени точности при гравировании многоуровневого рельефа, в отличие от ручных методов.

Оригинальные штампы слишком дороги, поэтому для выполнения многотиражных работ используют более дешевые *дубликаты* (копии) оригинальных штампов.

*Пластмассовые дубликаты* изготавливаются путем введения пластмассы в прессформу, воспроизводящую оригинальное клише.

*Бакелитовые дубликаты* используются как оригиналы для создания дубликатов штампа (рис. 4.14, б). Они делаются более прочными с помощью добавления латунной матрицы под матрицу бакелита. Процесс изготовления дубликата складывается из следующих операций.

Латунный оригинал копируется в бакелите при большом усилии прессования и температуре (от 50 до 150 тс при 140° С) для получения негативной копии оригинала (рис. 4.14, а). Тепловым расширением бакелита при высокой температуре можно объяснить увеличение размера оригинала на 0,3%.



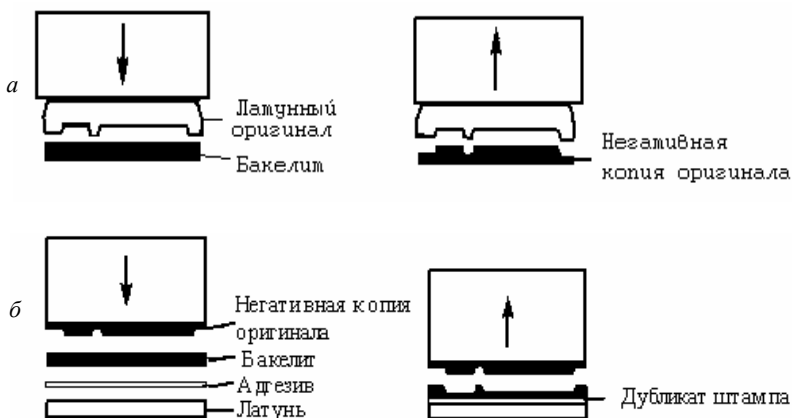


Рис. 4.14. Процесс изготовления бакелитового дубликата: *а* — изготовление негативной копии оригинала; *б* — изготовление дубликата штампа

После прессования дубликаты охлаждаются и слегка сжимаются в процессе отверждения. Полученные дубликаты имеют такие же размеры, углы и глубины (высоты) рельефа, как у оригинала. Таким образом можно изготовить несколько идентичных копий оригиналов гравированных вручную.

Следует отметить, что при одноуровневом конгревном тиснении предпочтительнее (требуется меньше времени) гравировать штампы станком с ЧПУ, чем изготавливать бакелитовые штампы-дубликаты для тиснения.

Дубликатные штампы используются только для холодного тиснения. Оригиналы и дубликатные штампы ни при каких обстоятельствах не могут использоваться в машине одновременно.

**Фотополимерные штампы.** Фотополимерные штампы для тиснения и их матрицы производятся с использованием фотографического процесса и точно соответствуют друг другу.

Вначале изготавливается позитивная пленка с размещенными на ней изображениями. С этой пленки получают негативную пленку оригинала. Основа для штампа подвергается экспонированию с негатива оригинала, затем вымывается и высушивается.

Матрица должна быть слегка более узкой, чем оригинал. По этой причине позитивная пленка оригинала с размещенными на ней изображениями не может использоваться при изготовлении матриц. Для этого процесса применяется негативная пленка матрицы, произведенная с негатива оригинала.

В том случае, если негативная пленка матрицы содержит линии малой ширины, которые могут исчезнуть в течение процедуры инсоляции (экспонирования), делают более широкий негатив по сравнению с оригиналом. Оригинал штампа с несколькими изображениями может иметь формат, равный формату листового тигельного прессы. Альтернативно работа может быть выполнена с использованием нескольких оригиналов, каждый из которых несет одно изображение меньших размеров. Такие оригиналы применяются совместно с режущими линейками для высечки.

Фотополимерный штамп имеет одноуровневый рельеф и используется для конгревного тиснения или выполнения комбинированных операций конгревного тиснения и высечки.

Исторически в нашей стране самым популярным *материалом* для изготовления клише является цинк. Это объясняется традиционным его использованием в качестве материала для форм высокой печати, которая еще не так давно была основным способом тиражирования. Цинк покрывают фоторезистом, контактным способом наносят изображение и травят в специализированной машине. В последние годы существования высокой печати цинковые клише активно вытеснялись фотополимерными, что было связано как с простотой изготовления полимерных клише по сравнению с цинковыми, так диктовалось и экологическими соображениями (продукты травления цинка весьма дорого утилизировать, так как этот металл относится к категории тяжелых, опасных для здоровья человека).

Являясь сравнительно мягким металлом, цинк, как правило, выдерживает при тиснении до нескольких десятков тысяч оттисков. Первыми растаскиваются тонкие линии, становясь шире, затем они становятся «рваными» и пропадают вообще. Кроме того, случается подача двойного листа, что является критическим для мягкого цинка — клише при этом деформируется.

К отрицательным моментам следует отнести и небольшую толщину цинковых клише, изготавливаемых в нашей стране (1,5–2 мм). Реальная разрешающая способность цинка — порядка 0,1 мм. Основным достоинством цинковых клише является их относительная дешевизна. Используют их, главным образом, для плоского тиснения фольгой и для блинтового тиснения на ручных прессах.

Наиболее приемлемым и технологичным материалом для изготовления клише для малых и средних тиражей (порядка 50 000 оттисков) является магний. Магний — легкий, среднетвердый, легко обрабатываемый малотоксичный материал. Технология работы с ним аналогична травлению цинка. Утилизация отходов травления магния обходится существенно дешевле утилизации отходов травления цинка, что, даже при более высокой цене на листы магния по сравнению с цинком, позволяет изготавливать тонкие магниевые клише толщиной 1,7 мм. Лучшая тиражестойкость и разрешающая способность магния (порядка 0,01 мм) позволяет заказчику отдавать предпочтение именно этому металлу. Возможно и глубокое травление до 3-х мм толстых листов магния (6,35 мм). Такие клише подходят для работы и на всех плоскочечатных автоматических прессах, а также для тиснения на мягких материалах вплоть до толстой кожи.

Магниевые клише пригодны в основном для плоского и блинтового тиснения. В ряде случаев двойным травлением пластин магния толщиной 6,35 мм получают клише для одноуровневого конгрева с фольгой. При ручной догравировке таких пластин получают клише для многоуровневого конгревного тиснения. Однако применение магния для конгрева является скорее исключением, чем нормой. Дело в том, что общим правилом для высококачественного тиснения всех видов является развиваемое прессом давление не менее 155 кг на 1 см<sup>2</sup> площади тиснения. Магний, а в большей мере цинк, не выдерживают такого давления на реальных тиражах при конгревном тиснении.

Твердость латуни является одним из факторов, определяющих ее выбор в качестве материала для конгревных клише. Ее тиражестойкость — несколько сотен тысяч оттисков. Поскольку латунь является

сплавом металлов, то она весьма ограниченно поддается травлению. Этот факт определяет основной способ обработки латуни — гравировку. Хорошая гравировальная латунь содержит порядка 60% меди и, кроме олова, имеет добавки свинца для уменьшения вязкости. Способ обработки во многом определяет стоимость конечного изделия — гравировка существенно дороже травления, поэтому латунь, как правило, используется исключительно для изготовления клише для многоуровневого конгревного тиснения.

Наиболее важная характеристика материала — его твердость. Это свойство имеет большое влияние на выбор процесса гравирования и диктует срок службы штампа. Чем больше твердость штампа, тем более он подходит для периодически повторяющихся крупносерийных производств. Однако срок службы штампа будет также зависеть от используемой машины и типа работы (большие сплошные области, мелкие детали и т.д.). Например, штампы со многими резкими остроконечными кромками будут изнашиваться быстрее, чем состоящие из больших плоских поверхностей.

Нередко граверы у нас в стране изготавливают латунные клише и для плоского тиснения. Минусы этой технологии по сравнению с травлением: высокая себестоимость, зависимость качества клише от мастерства гравера, невозможность точного повторения одного и того же изображения, большее время изготовления клише.

Общепризнанными в качестве наилучших в своем классе являются медные клише. Они наиболее тиражестойки (порядка 700 тысяч оттисков без растаскивания тонких линий), разрешающая способность до 0,001 мм, медь является отличным проводником тепла и обладает большой теплоемкостью (по сравнению с цинком, магнием, латунью), что позволяет уверенно работать на скоростях до 10 000 оттисков в час. Благодаря специфической обработке при изготовлении медного листа достигается большая твердость металла и уменьшение коэффициента термического расширения вдоль поверхности до 0,15%. Все эти факторы определяют выбор профессионалов во всем мире в пользу меди.

Медные клише применяются для всех видов тиснения. Однократным травлением и последующей фрезеровкой пробельных элементов изготавливаются клише толщиной 6,35 мм для плоского и блинтового тиснения.

Методика двойного травления позволяет производить клише для одноуровневого конгрева с фольгой. Применяемая медь достаточно легко режется штихелями. Поэтому на этой меди можно, в ряде случаев, изготавливать клише многоуровневого конгревного тиснения комбинацией методов травления, фрезеровки и ручной обработки штихелями.

При выборе материала также следует учитывать и другие факторы, которые представлены в таблицах 4.1, 4.2.

Таблица 4.1

**Качественные и количественные характеристики материалов по факторам**

Материал	Факторы					
	Твердость	Цена	Объем работы	Трудо-емкость изготовления штампа	Допуск на толщину штампа, мм	Максимальное давление, тс/см <sup>2</sup>
Сталь	+++++	+++++	<sup>1</sup> 1 000 000	+++	0,07	4,5
Латунь	++++	++++	500 000	++	0,08	3
Медь	+++	+++	<sup>1</sup> 500 000	++	0,07	4,5
Магний	++	++	От 25 000 до 30 000	+	0,08	0,8
Цинк	++	++	От 25 000 до 30 000	+	0,08	0,8
Бакелит	++	++	500 000	+	0,1	2
Фотополи-мер	+	+	500 000	+	0,08	2

<sup>1</sup> Хромированные штампы служат вдвое дольше.

Таблица 4.2

**Область применения  
и способы гравирования материалов**

Материал	Обычное применение	Способы гравирования
Сталь	Плоское тиснение на твердых материалах	Пантограф
		Травление
Латунь	Многоуровневое конгревное рельефное тиснение	Пантограф Машина с ЧПУ
	Рельефное тиснение	Ручной Травление
Медь	Плоское тиснение	Травление
Магний Цинк	Одноуровневое конгревное рельефное тиснение	Травление
	Плоское тиснение	
Бакелит	Холодное конгревное тиснение	Прессованный дубликат
Фотополимер	Одноуровневое холодное конгревное тиснение	Фотографический процесс

Сталь имеет достаточно высокую твердость. Изготовленные из нее штампы используются для печатания больших тиражей в полиграфической промышленности. Могут выдерживать износ, производимый вторичной бумагой.

Латунь тяжелее протравить, так как это — сплав меди и цинка, а эти два элемента взаимодействуют с различными кислотами. Она остается чистой и гладкой дольше, чем медь. Латунь можно полировать для уменьшения любого поверхностного повреждения (износа).

Медь — лучший проводник тепла. В некоторых странах из нее изготавливают около 80% штампов.

Магний легко повреждается, и символы увеличиваются по ширине из-за износа штампа. Он летучий и огнеопасный, плохой проводник тепла. Подвержен коррозии после 4 или 5 месяцев хранения. Может многократно использоваться, если хорошо упакован и защищен.

Цинк имеет такие же характеристики тиснения, как и магний, но они менее четко определены. Область применения ограничена.

Бакелит — плохой проводник тепла и используется при низких температурах. Большие штампы могут деформироваться.

Фотополимер плохо проводит тепло, может применяться при низких температурах. Большие штампы имеют тенденцию деформироваться.

Обычно штампы изготавливаются из листовой латуни марки ЛС-59-1 (ГОСТ 15527-70), дюралюминия марки ДТ16ТН (ГОСТ 4784-74), стали марок У8А и У9А (ГОСТ В 1435-74) с гладкой шлифованной поверхностью.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите виды штампов и их геометрические характеристики.
2. Классифицируйте штампы.
3. Назовите требования к геометрии штампов.
4. Объясните технологию изготовления штампов.
5. Что такое кислотное травление?
6. Как происходит гравирование с использованием машины с пантографом?
7. Что такое ручное гравирование?
8. Расскажите о гравировании на машинах с ЧПУ.
9. Какие существуют дубликаты штампов?
10. Что такое фотополимерные штампы?
11. Какие материалы используются для изготовления штампов?

### **4.4. Классификация контрштампов и материалы для их изготовления**

В зависимости от вида тиснения в качестве контрштампа используют декели, патрицы и матрицы.

*Патрица* представляет собой негативную форму матричного штампа для конгревного или рельефного тиснения (рис. 4.15, а). Штамп соединяется с патрицей и переносит деталь выделенного

изображения на лист. Патрица помещается на опорной плите листового тигельного пресса, иногда монтируется на патричном основании (декеле), помещенном на опорной плите машины. Для конгревного тиснения патричным штампом используется матрица, а для плоского тиснения применяется плоский контрштамп — *декель*.

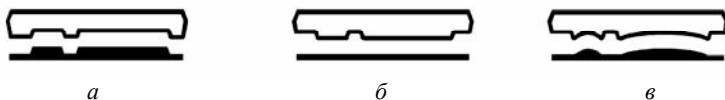


Рис. 4.15. Штампы и патрицы для: *а* — конгревного; *б* — блинтового *в* — рельефного тиснения

Патрицы классифицируются по следующим признакам — типу работы, жесткости, месту изготовления и оригинальности:

- виду материала из стали, меди, латуни, цинка, фотополимера;
- способу изготовления травлением, ручное гравирование, с использованием пантографа или установок с числовым программным управлением;
- типу работы, которая будет выполнена — для конгревного, плоского и рельефного тиснения, а также для горячего тиснения фольгой на картоне;
- жесткости — жесткие, полужесткие и гибкие;
- месту изготовления — патрицы, предварительно изготавливаемые вне прессы и на прессе;
- оригинальности — оригинальные и дубликаты (копии).

При выборе вида патрицы для плоского тиснения часто используется следующее эмпирическое правило:

Малые области тиснения      Жесткая патрица

Большие области тиснения      Гибкая патрица

**Геометрические параметры патриц и требуемые свойства**  
*Толщина патриц* должна оставаться постоянной, чтобы сила прессо-



вания была равномерно распределена по изображению. Толщина может меняться от задания к заданию. Рекомендуются следующие значения:

- для плоского тиснения — 0,8–1 мм;
- для конгревного или рельефного тиснения с предварительно изготовленной матрицей — до 0,7 мм. Матрица закрепляется на основании толщиной 0,3 мм.

Для матрицы, сделанной на прессе, основание должно быть толщиной 0,8–1 мм.

Матрицы должны удовлетворять следующим критериям:

- воспроизводить все подробности границ и рельефов;
- легко устанавливаться;
- выдерживать изменения применяемой силы прессования;
- обеспечивать высокую эффективность в течение времени изготовления тиража;
- выдерживать нагрев, используемый при тиснении.

Некоторые **материалы** подходят как для декелей плоской штамповки, так и оснований рельефных матриц. При тиснении на позолотных прессах любого типа (плоскопечатные, стоп-цилиндрические) для получения качественного оттиска необходим декель, который выравнивает давление. Он может быть изготовлен из одного или нескольких видов материалов.

В качестве декеля могут быть использованы: калиброванный картон толщиной 0,5–2,5 мм, полимерный материал или специальная бумага. Подбор декеля осуществляется в зависимости от вида материала, на котором выполняется тиснение.

Применяют три типа декелей:

- жесткий — при тиснении картона массой от 180 г. Картон такой плотности имеет свой собственный объем и поэтому требует большего давления;
- полужесткий — при тиснении бумаг массой до 180 г;
- мягкий — при тиснении полимерных пленок и этикеточных бумаг.

В качестве декельных материалов используют пертинакс, прессшпан, полиштамп, калиброванные бумаги, приправочные бумаги, резиноканевое полотно, полиуретан, самоклеящиеся пленки.

*Пертинакс* — пластина коричневого цвета, состоящая из эпоксидных смол. Применяется как жесткий декель и как основа для полужесткого декеля. Рекомендуется использовать в качестве постоянного декеля на машинах большого формата типа *Bobst BMA* или *Gietz FSA*. Данный декель обеспечивает четкость границ, точную проработку всех графических элементов. Выпускается толщиной 0,5 мм и 1 мм.

*Прессшпан* — калиброванный жесткий картон с двухсторонней каландрированной поверхностью. Используется как мягкий декель и как основа для других видов декеля. В процессе печати повторяет все элементы тиснения и неровности штампа. Необходим для полной укрывистости плашек различной величины и при тиснении штампов большого размера. Выпускается толщиной 0,5 мм и 1 мм.

*Полиштамп* — полиэфирная пленка с двусторонней антистатической обработкой. Обладает повышенной устойчивостью к высоким температурам. Хорошо очищается. Используется в различных комбинациях декеля, но как верхний, «затяжной» слой, необходим при работе на стоп-цилиндровых машинах. Обеспечивает проработку тонких графических элементов, повышение глянца, чистоту края оттисков. За счет своей эластичности, однородности полиштамп сглаживает все неровности штампа, способствует выравниванию давления. Поверхностная деформация незначительна и устойчива по всей поверхности, поэтому при закреплении на цилиндре растяжение отсутствует.

*Калиброванные бумаги* толщиной 0,25 мм, 0,20 мм, 0,15 мм. Применяются в различных комбинациях декеля для выравнивания давления.

*Приправочная бумага* толщиной 0,023 мм для тонкой, окончательной приправки.

*Резиноканевое полотно* используется в качестве мягкого декеля. Выпускается толщиной 0,3, 0,5 и 0,65 мм. Применяется на всех

позолотных машинах. Гибкий материал предназначен для тиснения больших и средних по размерам участков.

*Полиуретан* — жесткий, гибкий материал, пригодный для сплошных участков и больших рисунков. Легко восстанавливает свою первоначальную форму после тиснения. Отмарывания, вызванные полиуретановой матрицей, незначительны.

*Самоклеящиеся пленки* выпускаются толщиной 0,1 мм, 0,2 мм, 0,25 мм и 0,5 мм. Используются в качестве основного декеля и для основы полужесткого декеля.

В качестве *материалов для матриц или матриц*, изготовленных вне прессы, используют эпоксидную смолу, гетинакс и прессшпан. Матрицы из этих материалов используются для плоского и рельефного тиснения, а также для горячего и холодного конгревного тиснения.

*Патрица из эпоксидной смолы* — жесткая, прочная, чистая, полупрозрачная, предназначена для тиснения больших поверхностей и тонких деталей изображения. Это самый используемый материал для матриц.

*Патрица из гетинакса* обладает жесткостью, гибкостью и подходит для тиснения тонких деталей изображения. По частоте применения гетинакс следует за эпоксидной смолой.

*Патрица из прессшпана* менее жесткая, но достаточно прочная и может быть использована для тиснения сплошных областей средних размеров. Она особенно подходит для тонких листов. Прессшпан — наименее используемый материал.

Патрицы могут быть изготовлены непосредственно на позолотном прессе. В качестве материалов для тех, которые предназначены для холодного тиснения с прессованием, используются: жидкая паста, деформируемая пластмасса, матричный картон и терморезистивная пластмасса (бакелит).

Жидкая паста нашиповывается на основание, заполняет его и формирует рельефную матрицу. Время приготовления пасты составляет 40–90 минут. В качестве деформируемой пластмассы используется самоприклеивающийся пластмассовый лист. Из него формиру-

ется рельефная матрица после прессования в тигельном прессе. В качестве матричного картона применяют прессованный картон. Картон увлажняется и принимает точную форму штампа после прессования в течение некоторого времени. Его можно увлажнять в ходе производства, чтобы обновить подробности рельефа. Прессованный картон используют вместе с матрицей на основе пасты для получения глубокого рельефа.

Матрица из *бакелита* производится при высокой температуре и давлении. Бакелит прессуется по оригинальному штампу, принимая точную форму. Он может быть использован с матрицей-подложкой (основанием) для наибольшей стабильности и длительного срока службы. Рельеф в этом случае получается более четким. Матрицы из бакелита менее стойки к разрушению. Их тиражеустойчивость составляет 30 тыс. оттисков, а в сочетании с подложкой — 100 тыс. и более.

Для горячего плоского, рельефного и конгревного тиснений на позолотном прессе выполняются матрицы из термопластичных листов, двухкомпонентных паст и листов из ПВХ и синтетического стекловолокна. Лист *термопластика* приклеивается к основанию, набухает и принимает форму рельефной матрицы после 2 минут выдержки при рабочей температуре во время прессования на позолотном прессе. Он пригоден для всех типов работ, за исключением получения наибольшей глубины и проработки деталей. Для этого может быть совмещено несколько листов термопластика. Это быстрый, простой и эффективный способ изготовления матриц. Матрицы из термопластика становятся ломкими после длительного хранения.

*Двухкомпонентные материалы* в виде порошка для формирования пасты замешиваются с водой. Паста укладывается на основание и прессуется штампом. Под действием нагрева пресса она быстро отверждается. Это медленный процесс изготовления. Фрезерование матриц из этих материалов довольно трудоемкая операция. Кроме того, паста не будет затвердевать, если не соблюдена пропорция порошка и воды.

Процесс изготовления матрицы из *листа ПВХ* на позолотном прессе следующий. Лист укладывается на основание. Он принимает

форму рельефа после двух секунд действия рабочей температуры при прессовании штампом. Особенно подходит этот материал для тиснения знаков шириной более чем 3 мм. Процесс изготовления патрицы довольно быстрый.

Патрица из *синтетического стекловолокна* отливается при 250° С в форму, выполненную из оригинального штампа, затем прессуется. В данном случае необходимо учитывать усадку материала, ее формирующего, чтобы гарантировать точность размеров и приводку. Тиражеустойчивость составляет 100 тыс. и более оттисков. Патрицы из бакелита и стекловолокна быстро устанавливаются с помощью системы штифтов. При этом не требуется большого мастерства для их позиционирования относительно штампа. Рельеф штампа воспроизводится точно, патрица хорошо выдерживает изменения в давлении. В случае использования патриц для рельефного тиснения, они должны быть тщательно профрезерованы вокруг рисунков. Это медленный, сложный процесс, который является, однако, существенным для четкой работы.

Патрицы часто должны использоваться с *дополнительными материалами* для предохранения рельефа, создания более детального отпечатка или защиты штампа при помещении его в машину. В качестве дополнительных материалов применяется жесткий толстый картон; пленки: полупрозрачная гибкая, закрывающая, защитная, липкая полиэфирная пленка, листы винила.

*Толстый картон* используется как временная матрица при позиционировании штампов, иногда как основание для патриц, сделанных прессованием.

*Полупрозрачная гибкая пленка* при одноуровневом тиснении дает самую большую глубину рельефа, воспроизводит тончайшие детали, смягчает сгибы, снижает вероятность резки. Минимизирует пропуски при плоском тиснении.

*Закрывающая пленка* защищает патрицу, уменьшают риск резки листа.

*Защитная пленка* (очень тонкая, гляцевая, прозрачная) помещается на рельефе патрицы и предохраняет патрицу от пасты, использованной для формирования рельефа.

*Липкая полиэфирная пленка* применяется для приклейки предварительно изготовленной матрицы к ее основанию. Клеевая пленка хорошо противостоит теплу и предотвращает проблемы, вызванные перемещением матрицы, содействует стабильности качества тиснения.

*Лист винила* предназначен для формирования границ модели изображения, в которую заливают предварительно подготовленную пасту для формирования рельефа.

### **Контрольные вопросы**

1. Каким образом классифицируются матрицы?
2. Перечислите геометрические параметры матриц и требуемые свойства.
3. Какие материалы применяют для декелей плоского тиснения?
4. Какие материалы применяют для матриц, изготовленных на прессе?
5. Какие дополнительные материалы используются для матриц?

### **4.5. Фольга для тиснения**

Идея упростить обработку сусального золота, которая была довольно сложной из-за очень малой толщины материала, привела к появлению фольги для горячего тиснения. В 1933 г. Конрадом Курцем, сыном основателя фабрики, производящей сусальное золото, был открыт метод катодного напыления, который позволил получить более равномерный и тонкий золотой слой, чем при обработке вручную. Это открыло возможность промышленного производства металлизированной фольги для горячего тиснения. В 1936 г. исследователь запатентовал свой метод получения фольги.

Дальнейшее развитие отрасли пошло с огромной скоростью. Во время всемирного экономического кризиса и Второй мировой войны производители были вынуждены заменить натуральный золотой

слой на желтый лаковый на металлизированной основе. Это явилось основой для создания современной разноцветной металлизированной фольги и расширения областей ее применения (на карандашах, текстиле, обуви, различных упаковках, например для парфюмерной и косметической промышленности).

В полиграфической и упаковочной отраслях промышленности **применяются различные виды фольги для тиснения**, обеспечивающие ряд финишных операций. Обычно используется золотая и серебряная фольга, а также цветная.

Классификация фольги для тиснения осуществляется по следующим признакам:

- назначению: для плоского, рельефного, конгревного, комбинированного тиснения; гофрирования; гненирования; текстурирования;
- характеру слоя, формирующего и несущего изображение: металлизированная, цветная, глянцевая, матовая, голографическая, магнитная, голомагнитная, фольга для подписи, стираемая фольга;
- виду инструмента (штампа): для тиснения плоским и ротационным штампом;
- типу используемого оборудования: для тиснения на тигельных, плоскочечатных, ротационных прессах;
- виду материала: для тиснения по бумаге, картону, пластику, ткани, коже, запечатанных, лакированных, ламинированных пленкой поверхностях;
- виду изделия: для тиснения на обрезах книжного блока, переплетных крышках, обложках, открытках, этикетках, пластиковых карточках, упаковках, канцелярских изделиях, кредитных карточках, бумажных и лотерейных билетах, банковских документах, оптических защитных элементах;
- характеру работы: для штриховых, плашечных работ или смешанного типа;
- режиму проведения процесса тиснения: для различного диапазона температур, давления тиснения; скорости тиснения;
- способу переноса на материал: для горячего или холодного тиснения (припрессовки).

**Фольга для горячего тиснения по составу** представляет собой сложный многослойный продукт, в котором качество каждого отдельного слоя определяет качество продукта в целом. В зависимости от своего назначения, число слоев может быть различным (обычно не более 6-ти). Как правило, фольга состоит из несущей полиэфирной пленки-основы, отделительного, лакового, металлизированного и адгезионного слоев. На рис. 4.16 представлена пленка с пятью слоями. Окрашенная фольга имеют только четыре слоя, так как в ней отсутствует металлический слой.

*Полиэфирная пленка* выполняет функции основы-подложки фольги. Эта пленка имеет толщину 12 мкм, хотя иногда фольга для тиснения может включать полиэфирную пленку толщиной 19 мкм. На голографической фольге пленка также имеет толщину 19 мкм.

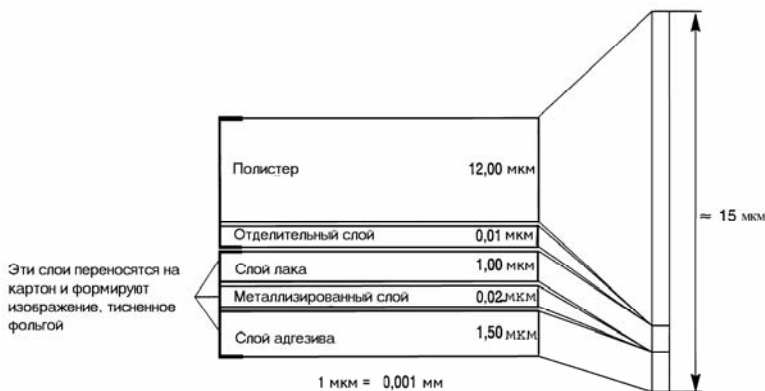


Рис. 4.16. Структура фольги для горячего тиснения

Качественный полиэфирный носитель должен соответствовать всем физическим требованиям: прочность на разрыв, эластичность, термостойкость, отсутствие статики, устойчивость к растворителям и влажности, гладкость и т.д. Носитель должен быть безопасен для окружающей среды.

Серии фольги различаются по толщине, гляncу и другим эффектам. Считается, что носитель толщиной 12 мкм является самым опти-



мальным, хотя носитель, имеющий толщину 19 мкм, позволяет избежать образования складок при запечатке очень больших плашек и использовать более высокие температуры. При выборе полиэфирных пленок для производителей фольги важны цены на различные типы пленок. Например, из 1 кг полиэфирной массы можно произвести на 60% больше 12-микрометровой пленки, чем 19-микрометровой, матовая пленка значительно дороже, чем глянцевая. Качество носителя в значительной степени определяет качество фольги.

Задача *разделительного слоя* состоит в том, чтобы под воздействием температуры и давления отделить полиэстеровый носитель от других слоев и перенести их на соответствующий материал. Разделительный слой толщиной около 0,01 мкм состоит из натурального или синтетического воска или их композиции, нанесенных на основу фольги из расплава, раствора или водной восковой эмульсии. В состав восковых композиций обычно входит монтан-воск, церезин и твердые парафины.

Температура плавления слоя обеспечивается достаточной для полного перехода изображения на запечатываемый материал, оттиск должен быть четким ( $T_{\text{плавл.}} = 60\text{--}70^\circ \text{C}$ ). Липкость в расплавленном состоянии также обеспечивается достаточной для полного перехода изображения на запечатываемый материал в требуемом интервале температур тиснения фольгой; при обычных условиях восковая основа не должна слипаться в рулоне.

Промежуточный слой не должен осыпаться с основы-носителя. В обычных условиях он имеет адгезию к наносимому на него красочному слою и теряет ее в процессе тиснения. На основу-носитель разделительный слой наносится в минимальном количестве, так как увеличение его толщины будет способствовать забиванию пробелов оттиска (фольга «лепит»). Слой наносится равномерно по всей ширине основы-носителя с целью сохранения равномерности нанесения последующих слоев и стабильности печатно-технических свойств фольги. Он должен иметь светлую окраску и не терять своих свойств в процессе хранения фольги. Качество и толщина этого слоя определяют качество отделения и тиснения: чем толще слой, тем легче и равномернее отделение и наоборот.

Один вид фольги отделяется лучше, другой — хуже. Поэтому легко отделяемая фольга рекомендуется для плоскочечатных машин и (или) для тиснения сплошных участков. Трудно отделяемая фольга (сухая) позволяет тиснить очень мелкие тексты. Наконец, умеренно легкоотделимая фольга может использоваться для работ, при которых комбинируются мелкие детали со сплошными участками среднего размера, на плоскочечатных машинах и тигельных печатных машинах.

*Лаковый слой* выполняет следующие функции:

- придает цвет фольге;
- предохраняет от истирания, сцарапывания, выцветания;
- повышает температуроустойчивость;
- влияет на чистоту тиснения, высокий глянец, укрывистость оттиска, что очень важно и при плоском, и при рельефном тиснении.

Лаковый слой содержит пигменты, которые окрашивают фольгу и предохраняют слои, расположенные ниже его на картоне. Слой должен быть жестким, поскольку он становится наружным, как только будет наложен на лист, а также теплоустойчивым, чтобы не пригореть или не изменить цвет при нагревании. Свойства лакового слоя в значительной степени зависят от его композиции (состава).

Обычно используется *нитроцеллюлозный лаковый слой*. Преимущества его для потребителя следующие: легко отслаивается; имеет постоянный цвет; хорошее сопротивление царапанию; добавляет блеск.

В 1970–80-х гг. широко использовался *хлоркаучук*. Этот натуральный продукт в значительной степени был заменен нитроцеллюлозой из экологических соображений, поскольку при нагревании он выпускает газ, относящийся к хлорфторуглеродам. Преимущества хлоркаучука: нанесенные детали выступают резко; пригоден для использования в широких пределах температур. Отрицательные свойства: недостаточное сохранение пластификатора; недостаточное разделение; экологически вреден.

***Полиакриловые или полиуретановые лаки*** рекомендуются для исходных материалов из пластмасс. Их преимущества: хорошее со-

противление царапанию и особенно химическому износу; температуростойкость. Однако они имеют два главных недостатка: недостаточное отделение; медленный и дорогостоящий процесс производства.

*Слой металла* придает фольге непрозрачность и отражающие свойства. В большинстве случаев используется алюминий. Подобно разделительному слою, он чрезвычайно тонкий: 0,01–0,025 мкм. Чтобы добиться высокоглянцевого зеркального эффекта, металлизированный слой не должен окисляться.

Основной задачей *клеевого слоя* является обеспечение хорошего закрепления всех слоев фольги на соответствующей поверхности материала. Чтобы этого добиться, необходимо активировать его давлением и температурой. Слишком высокая температура повреждает клеевой слой, ухудшает качество тиснения и снижает глянец. Наоборот, при низкой температуре, слои фольги плохо закрепляются на материале. Толщина клеевого слоя влияет на закрепление, а также на качество тиснения и, косвенно, на его отделяемость от основы. Время, необходимое на переход, закрепление и охлаждение клеевого слоя, влияет на максимальную скорость горячего тиснения в высокопроизводительных машинах.

При тиснении на бумаге и картоне клей должен содержать полимеры, совместимые с целлюлозой, а при тиснении на полипропилене — полимеры, совместимые с ним. Цель состоит в подборе подобных веществ таким образом, чтобы создать сильную связь между клеем и исходным материалом.

Одна проштампованная фольга может быть закрыта второй. В этом случае важна восприимчивость фольги к копированию; это в значительной степени определяется клеевым слоем. Чем больше используется клея, тем связь лучше, и проще покрыть материал фольгой. Наоборот, меньшее количество клея наносят для более резкого подчеркивания определенных деталей.

Фольга для холодного тиснения отличается по составу от фольги для горячего тиснения отсутствием адгезионного слоя, а также она имеет более легкое отделение отработанной основы. Голографиче-

ская фольга имеет дополнительный специальный слой, который располагается между защитным лаковым и металлическим слоями. Толщина специального слоя 50–500 мкм.

**Технология изготовления фольги** включает несколько этапов.

Для нанесения *разделительного воскового слоя* на основу используется гравированный цилиндр. Твердое вещество растворяется в веществах, которые испаряются, когда слой высушивается, оставляя продукты, осажденные на полиэфирной пленочной основе. Количество нанесенного состава определяется глубиной впадин, выгравированных в цилиндре, и процентным отношением полимера, растворенного в жидкой смеси. Рапельный нож удаляет любую избыточную жидкость на гравированном цилиндре, давая возможность раствору равномерно распределиться, в результате поверхность фольги остается ровной. После того, как вещество нанесено, оно немедленно высушивается в сушильном туннеле, затем можно наносить следующий слой.

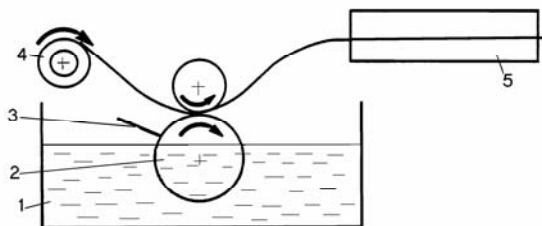


Рис. 4.17. Процесс покрытия разделительного, лакового или адгезионного слоя:

- 1 — раствор слоя (разделительного воскового, лакового или адгезионного);
- 2 — гравированный цилиндр; 3 — растровый нож; 4 — полиэфирная пленка (без наносимых на нее слоев, или с восковым слоем, или с восковым и лаковым слоями); 5 — туннельная сушилка

**Лаковый слой** наносится аналогично восковому слою (рис. 4.17). Цвет и интенсивность лакового покрытия зависят от количества окрашивающего средства (пигмента, красителя). Вообще не содержится никаких красителей в серебряной фольге, а золотая фольга

содержит смесь желтых и оранжевых красителей. Пленке может придаваться атласный или матовый оттенок путем добавления матирующих компонентов к лаку.

Фольга *испытывается* на различных промышленных стадиях. Наиболее важные испытания выполняются на образцах фольги под различным освещением, в жидкой форме перед и после нанесения лака. Если по цвету или блеску не выполняются технические требования, смесь может быть откорректирована.

Для металлизации фольги, главным образом, используется алюминий 99,98% чистоты. Алюминий испаряется при очень высокой температуре в печи вакуумной камеры, конденсируясь в очень тонкую пленку на лаке, для чего служит охлажденный ролик (рис. 4.18).

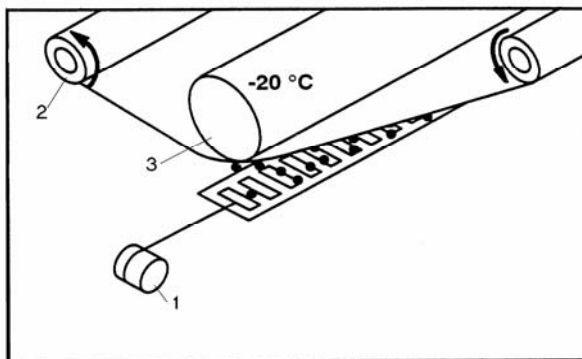


Рис. 4.18. Процесс нанесения металлизированного слоя на лакированную полиэфирную пленку: 1 — рулон алюминия 99,98 % чистоты; 2 — рулон лакированной полиэфирной пленки; 3 — охлаждающий цилиндр

**Нанесение адгезивного (клеевого) покрытия** производится таким же образом как разделительного или лакового слоя (см. рис. 4.17), при использовании цилиндра с рядом концентрических углублений, располагающихся по его окружностям. Как и прежде, количество наносимого клея определяется размером углублений и соотношением полимеров, растворенных в жидкой смеси.

**Голографическая и дифракционная фольга и технология их изготовления.** Многим отраслям экономики ощутимый ущерб наносят пиратские производства. Поразительно правдоподобные имитации наносят вред имиджу и уменьшают прибыль производителей. Потребителю наносится ущерб не только в финансовом отношении, но часто и в отношении здоровья. Сегодня уже недостаточно обычных механизмов, чтобы отличить оригинал от копии, только надевание продукции различными оптическими защитными качествами эффективно обеспечивает защиту от подделок.

Голографическая фольга содержит объемные изображения, формирующие привлекательные декоративные рисунки. Однако основное их назначение — обеспечение защиты, поскольку голограммы очень трудны для копирования, что делает их незаменимыми для этих целей.

*OVD (optical vidiodisk)* — оптически изменяемая структура, представляющая собой совокупность определенных оптических признаков, располагаемых между слоями фольги. В зависимости от освещения или угла зрения можно увидеть разные цвета, объекты или текст. Голографический рисунок может создаваться разными способами, одним из которых является сложный процесс лазерной интерференционной съемки, когда луч, проходя через систему разделителей и зеркал, соответствующим образом изменяется благодаря феномену преломления (дифракции).

Сегодня наиболее популярными являются несколько основных типов голограмм.

**3D-голограммы** — трехмерные голограммы, передающие трехмерный эффект и глубину реальной модели и представляющие собой объемные изображения. Для создания этого типа голограмм всегда используется модель в масштабе 1:1. Под сильным направленным лучом света создается великолепный оптический эффект.

**2D-голограммы** — двумерные голограммы, базирующиеся на двумерной графике, которая содержит всю информацию в одной плоскости. Голограммы этого типа отличаются бриллиантовым бле-

ском и не требуют сильного источника света, формируются в одной плоскости. Эти голограммы обеспечивают цветовые эффекты путем дифракции спектра согласно углу наблюдения. Создаются из рисунка или фотографического негатива.

**2D/2D-голограммы** формируются накладыванием двух двухмерных плоскостей в голографической области. Детали на задней плоскости менее различимы.

**2D/3D-голограммы** базируются на двух или трех наборах двухмерной графики. Если в двухмерной голограмме вся информация располагается в одной плоскости, то 2D/3D-голограмма состоит из двух и более плоскостей изображения, которые создают в конечном итоге эффект перспективы (параллакс). Благодаря четким контурам рисунка и светящимся краскам, видимых при различных условиях освещения, этот тип голограмм используется наиболее часто. 2D/3D-голограммы смешивают плоское изображение с трехмерным. Трехмерный объект 3D может быть раздроблен.

**Дифракционную фольгу** изготавливают, используя голографические технологии, ее поверхность содержит множество малых геометрических форм. Каждая фрагментированная поверхность выступает (появляется) при повороте, поскольку изображение наклонено и отражает свет в цветах спектра.

**Мультиплексные голограммы** содержат два или несколько изображений, каждое с его собственным определенным углом обзора. Одно изображение видно при просмотре с одного угла, а другое появляется, когда угол наблюдения изменен.

**Цифровые голограммы (Digital Image)** — созданное на компьютере изображение, базирующееся на одном уровне и разрешающееся в форме растровых точек. Этот тип голограмм позволяет передавать специфическую игру красок и эффект движения.

**Гелиограммы** базируются на линейной графике в одной плоскости. Комбинация графических элементов с эффектом движения очень выразительна.

**Trustseal** — более высокая ступень голографических защитных знаков, позволяющая передавать эффект движения.

Графическая компьютерная информация может преобразовываться в голографическом процессе в одноцветные или многоцветные изображения. Становятся видны только определенные цвета, которые изменяются в зависимости от угла зрения при рассмотрении голограммы.

Если рассматривать голограмму, направляя на нее прожектор, ее цвета и края становятся светлыми и четкими. Под обычным освещением люминесцентной лампой голограмма теряет контрастность цветов, что происходит и при использовании рассеянного света. В компьютерной графике наилучший эффект достигается за счет использования максимум трех цветов на переднем плане, либо одного или двух цветов на заднем плане.

Хорошо заметные при любом освещении голограммы обычно содержат на переднем плане определенную информацию (логотип фирмы). Графические рисунки и объекты заднего плана хорошо видны при направленном свете, однако при рассеянном их четкость теряется. В *OVD* могут вноситься различные дополнительные эффекты, которые улучшают ее оптическое воздействие и, естественно, повышают защитные свойства.

Два совмещенных рисунка (один рисунок на канал) дают великолепный оптический эффект — *двухканальное изображение*, когда в зависимости от угла зрения виден только один из двух мотивов. Возможно трех и более канальное изображение.

Графическое и пространственное воздействие голограммы усиливается за счет увеличения числа одновременно видимых красок и затенений — *сепарации красок*.

Цветные участки голограммы могут окантовываться различным образом и подчеркиваться за счет использования контрастов:

- черная окантовка без дифракционной структуры;
- белая окантовка посредством матовой или глянцевой границы раздела;
- цветная окантовка, производимая за счет использования специальных оптических кодированных рельефных структур, которые дают хороший контраст и при слабом освещении.



При изменении угла наклона голограммы *призматические компоненты* создают эффект динамичных линий. Создание этого линзового эффекта требует сложного комплекса технологий, поэтому подделка его является практически невозможной.

Интересно применение *микротекста*. Когда величина шрифта лежит в границах до 1 мм, текст можно различить и невооруженным глазом, а шрифт до 0,1 мм различим только при помощи лупы. *Нанотекст* — защитный элемент для *Trustseal* до 100 мкм.

Тонколинейный *гильошированный рисунок* накладывается на любую часть голограммы. Он имеет оптическую кодировку, что позволяет получить эффект движения при наклоне голограммы в разные стороны.

Кроме выше перечисленных оптически различимых признаков существует и целый ряд *скрытых признаков*, которые значительно повышают защитные свойства голограммы. Эти признаки вносятся в голограмму в процессе ее изготовления и считываются специальными приборами в УФ, ИК или лазерных лучах.

*OVD*-продукция выпускается с единичными или многократно повторяющимися изображениями, возможно производство прозрачной или частично деметаллизированной голограммы. В зависимости от цели применения такая продукция производится в виде этикеток или фольги для горячего тиснения.

Голографическая самоклеящаяся этикетка наделена структурой, которая разрушается при попытке каких-либо повторных манипуляций. В качестве носителя служит силиконовая бумага. Этикетки могут наноситься на материал вручную или при помощи специальных устройств. Наибольшую степень защиты голограмма имеет при использовании ее в виде фольги для горячего тиснения (рис. 4.19).

Голографическая фольга для горячего тиснения состоит из полиэфирной основы, на которую нанесены следующие слои: разделительный, защитного лака, с голографическим изображением, металлизированный и клеевой. В процессе горячего тиснения под воздействием температуры и давления разделительный слой активизируется и происходит прочное соединение лака с бумагой, картоном, полимером, тер-

мобумагой и т.п. При этом полиэфирная основа удаляется и наматывается на специальное устройство.

Голографическая фольга может наноситься на материал при помощи всех известных сегодня прессов. Причем если голографическая фольга с бесконечным рисунком вообще не вызывает никаких трудностей при ее нанесении (она апплицируется точно также, как и обыкновенная золотая или серебряная), то для нанесения голографической фольги с единичным рисунком пресс должен иметь специальные устройства для приводки голограмм. Этими устройствами дополнительно оснащены все современные прессы фирм *BOBST*, *Gitz*, *Steuer*, *Kluge*, *Starfoil*. Применение одновременно нескольких таких устройств на прессе позволяет наиболее эффективно использовать возможности оборудования и экономить время.

В процессе разработки и производства голографической фольги горячего тиснения принимаются во внимание все факторы, возможно кажущиеся на первый взгляд незначительными. Учитывается, на каком оборудовании будет производиться тиснение, сколько устройств для приводки голограмм есть на прессе, на какой материал будет наноситься голограмма. Обязательно проводятся тесты, для того чтобы подобрать наиболее подходящий состав клеевого слоя. Причем тестирование необходимо проводить на уже запечатанном материале для того, чтобы возможно точнее учесть все факторы: например, как будет припечатываться голограмма на поверхность, покрытую тем или иным типом красок или УФ-лаком.

После проведения тестов на образцах запечатываемого материала заказчика для проверки серии фольги может быть проведена специальная доработка фольги. Кроме того, необходимо точно знать, как будут располагаться этикетки или упаковка на листе, для того чтобы предусмотреть оптимальное расположение голографических рисунков на фольге. Зачастую для достижения оптимального конечного результата нужно изменить расположение элементов. Поэтому, чем раньше начнется сотрудничество между производителем продукции, типографией и изготовителем голограмм, тем быстрее будет достигнут желаемый эффект.

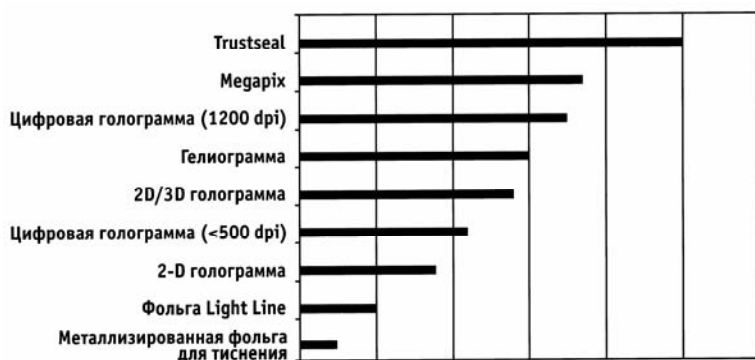


Рис. 4.19. Степень надежности защиты

Создание и производство голограммы является процессом, требующим больших временных и финансовых затрат, и оправдывает себя при достаточно больших тиражах. В связи с этим, фирмой *KURZ* была разработана стандартная программа, которая включает в себя голограммы с бесконечным и единичным рисунками, которые поставляются в виде фольги для горячего тиснения. Клеевой слой подбирается таким образом, что голограммы апплицируются на различные материалы и ими можно успешно оснащать билеты, различные виды упаковки, этикетки и др. Наряду с защитными функциями они дают и великолепный зрительный эффект. Дополнительно на стандартные или же эксклюзивные голограммы можно нанести лазерную или термотрансферную нумерацию. Степень надежности защиты в зависимости от способа ее применения представлена на рис. 4.19.

Голограммы изготавливаются с использованием высоких технологий. Изображение записывается не на фотопластинке, а формируется с использованием лазера путем запоминания световых волн, отраженных освещенным объектом.

Важно рассмотреть **технология изготовления голографической и дифракционной фольги**. Голограммы являются записью изображения (картины, логотипа, рисунка, геометрической формы и

т.д.) на исходном материале, который производит трехмерный оттиск путем дифракции света (рис. 4.20). Заданное изображение может быть произведено с модели, фотографии или создано на компьютере.

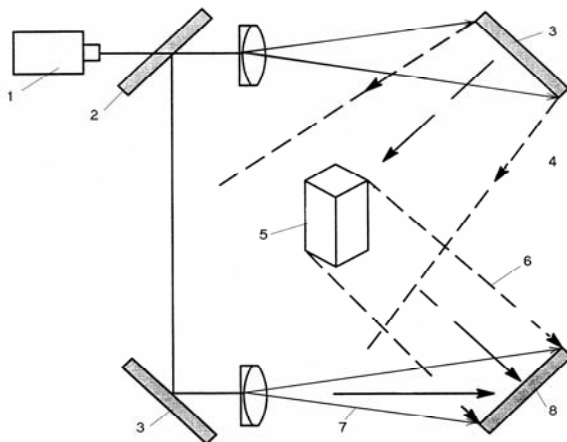


Рис. 4.20. Запись голограммы объекта: 1 — лазер; 2 — разделитель светового потока; 3 — зеркало; 4 — предметный световой пучок; 5 — объект; 6 — диффузный световой пучок; 7 — опорный световой пучок; 8 — голограмма

**Запись репродуцированного изображения** происходит следующим образом. Лазер генерирует когерентный свет и испускает его через оптическую систему (рис. 4.20). Световой пучок, испускаемый лазером, разделяется на две части полупрозрачным светоделителем. «Опорный» пучок направляется к фотопластинке с очень высоким разрешением. «Предметный (сигнальный)» пучок обращается на объект, отражающий измененный свет прямо на пластину.

Частота и фаза световых волн изменяются, но не изменной остается их когерентность. В месте встречи двух лучей в результате добавления энергии или ее гашения формируются интерференционные картины в виде множества точек в пределах эмульсии. Голограмма объекта производится путем записи этих интерференционных картин и их переработки; они появляются как виртуальное (мнимое)

изображение объекта, позиционированного точно в той точке, где оно было записано.

Немаловажен процесс **копирования фольги для тиснения**. Крупносерийное производство голографической фольги начинается с разработки голограммы или оригинала, записанного рассмотренным выше способом. Копии изготавливаются при использовании источника многоволнового белого света, который производит эффект радуги. Получающиеся волны, проникая через желатин на голографической пластине, оставляют глубокие интерференционные полосы 1 мкм. Эта чувствительная поверхность используется для создания прессформы электролитическим осаждением: изготавливается никелевая пластина, несущая пики и впадины, соответствующие оригиналу (рис. 4.21). Прочный никелевый штамп находит применение для рельефного горячего тиснения на полиэфирных пленках, делая возможным неограниченный тираж рельефных изображений, произведенных лазером. Соединения между штампами выступают на дифракционной фольге как тонкие линии на изображении.

Для данной технологии используются более толстые полиэфирные пленки-основы (19 мкм), чем для обычной фольги (12 мкм).

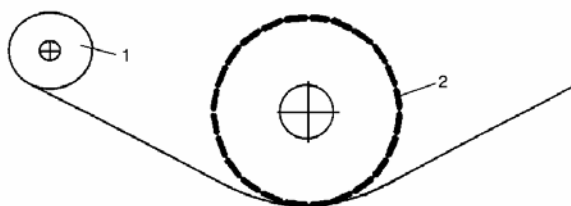


Рис. 4.21. Копирование голографических изображений на фольге:  
1 — полиэфирная пленка; 2 — никелевые штампы

Вместе с изображениями на фольгу припечатываются и **приводочные метки** (рис. 4.22), использующиеся для позиционирования фольги, чтобы точно наложить проштампованный рисунок закрепленный на сотовой раме. Качество меток должно соответствовать качеству изображений.

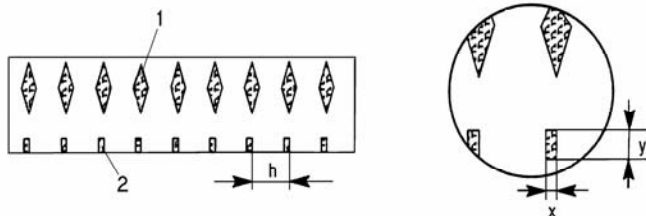


Рис. 4.22. Фрагмент голографической фольги с голографическими изображениями 1 и приводочными метками 2:  $h$  — шаг голограммы;  $x, y$  — размеры приводочной метки

Приводочная метка, используемая для приводки голографических изображений, сканируется фотоэлементом, установленным на выходе тигельного пресса. В зависимости от изготовления фольги, эта метка обнаруживается или в направлении перемещения фольги, или перпендикулярно к нему и фактически никогда в обоих направлениях (сканирование низкого качества).

Идеальные размеры приводочной метки составляют  $x = 4$  мм в направлении продвижения фольги и  $y = 12$  мм в направлении ширины рулона фольги. Минимальные размеры:  $x = 3$  мм в направлении продвижения и  $y = 5$  мм в направлении ширины рулона.

Приводочную метку располагают справа или слева от голографического изображения. Существенно, что шаг  $h$  голографических изображений, т.е. расстояния между приводочными метками на фольге, является кратным или равным шагу изображений на материале. В табл. 4.3 приведены значения минимального и максимального шага изображений для различных прессов для тиснения фирмы *Bobst*.

Таблица 4.3

### Минимальные и максимальные значения шага изображений

Значения	Прессы для тиснения фирмы <i>Bobst</i>		
	SP 76-BM	SP 102-BMA	SP 126-BMA
$h_{\text{мин}}$	15 мм		
$h_{\text{макс}}$	85 мм	175 мм	260 мм

Расположение изображений на листе диктует шаг приводочных меток. Если  $Y$  — число изображений, которое может быть нанесено в данном интервале  $i$  и должно быть позиционировано на фольге в течение изготовления,  $a$  — размер изображения по ходу фольги,  $b$  — расстояние между изображениями, то  $Y = i / (a + b)$ . Любые дроби округляются в меньшую сторону к самому близкому целому числу.

Если самое большое перемещение меньше чем 100 мм, то минимальное  $b_{\min} > 1$  мм. Если самое большое перемещение больше, чем 100 мм, тогда минимальное  $b_{\min} \geq 2$  мм.

### Пример.

$i = 72$  мм,  $a = 19$  мм. Тогда  $Y = i / (a + b) = 72 / (19 + 1) = 3,6$ . Берем:  $Y = 3$ . Шаг голографических изображений и их приводочных меток на фольге будут:  $h = i / y = 72 / 3 = 24$  мм,  $b = h - a = 24 - 19 = 5$  мм. Имеем  $b > 2$  мм, этот интервал будет подходить для любого интервала самого большого перемещения.

*В принципе, фотоэлемент должен обнаружить только одиночную приводочную метку, приходящуюся на одно голографическое изображение, которое будет нанесено.*

Однако для некоторых больших изображений шаг  $h$  между приводочными метками может быть больше, чем  $h_{\max}$  (рис. 4.23, а). В этом случае необходимо планировать промежуточные равноотстоящие приводочные метки для голограммного изображения (рис. 4.23, б). Существовадно, чтобы шаг  $h$  всегда оставался постоянным, что позволит фотоэлементу сканировать (просмотреть) одну из меток, которая будет позиционировать наложение.

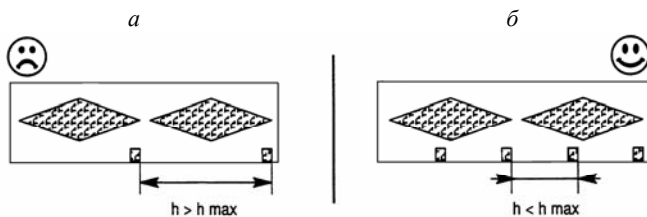


Рис. 4.23. Установка дополнительных приводочных меток:  
а —  $h > h_{\max}$ ; б —  $h < h_{\max}$

**Магнитная фольга** для горячего тиснения состоит из полиэфирной основы, на которую нанесены защитный, магнитолаковый и клеевой слои. При тиснении без использования растворителей за счет давления и температуры растворяется тонкий слой лака и одновременно активируется клеевой слой. За счет этого происходит прочное соединение магнитного слоя с соответствующим основанием из пластика, бумаги или термобумаги. Экологически безвредная при утилизации основа автоматически разматывается с держателя фольги и наматывается на отдельную бобину.

Горячее тиснение магнитной фольги происходит быстро, чисто и с минимальными затратами. Помимо широких возможностей использования и соответствия последним достижениям науки и техники, данный метод по сравнению с другими имеет целый ряд **преимуществ**:

- скорость нанесения составляет до 200 м/мин;
- оборудование компактно и не требует большого количества времени на переналадку и обслуживание;
- нанесенные полосы имеют абсолютно гладкую поверхность и одинаковую толщину;
- растворители не используются, запахи отсутствуют;
- метод экологически безвреден — утилизация отходов пленки не представляет угрозы для окружающей среды.

Магнитная фольга для горячего тиснения может быть использована в следующих областях: тиснение кредитных карточек, бумажных билетов и банковских документов; магнитных полос на картах с использованием системы автоматической размотки фольги; перенос фольги для многополосного нанесения или перенос ламинированной магнитной фольги на полихлорвиниловую основу; нанесение аппликаций на бумажные билеты методом горячего тиснения или приклеивания фольги.

Фирма *KURZ* предоставляет фольгу для использования на любых основаниях из ПВХ, бумаги или термобумаги. Магнитная фольга фирмы *KURZ* имеет коэрцитивную силу от 300 до 3800 эрстед. Магнитный лак изготавливается по собственной рецептуре. Маг-



нитная ориентация пигментов происходит уже в процессе производства.

*Магнитная фольга для горячего тиснения* наносится методом накатки или ротационного горячего тиснения накатным колесом на необходимую ширину. Используется для нанесения на пластиковые карты.

*Магнитная фольга для многополосного нанесения* схожа по структуре с фольгой для горячего тиснения, но имеет абсолютно иной состав. Фольга подходит для массового производства и наносится на пластиковое основание несколькими полосами.

*Магнитная фольга для ламинации* имеет иную структуру слоев и отличается по способу нанесения, осуществляемому на оборудовании для послойного нанесения фольги или на специальном оборудовании, где она приклеивается лишь частично.

Использование *голографической магнитной фольги* открывает новые возможности по обеспечению безопасности и улучшению визуальной привлекательности. Голографическая магнитная фольга позволяет хранить информацию вместе с изображением и делает пригодным для машинного считывания магнитную пленку горячего тиснения. Данная инновационная разработка обеспечивает пластиковым карточкам сразу два преимущества:

- защищает информацию клиента на магнитной полосе от недозволенного считывания — каждый носитель информации дополнительно получает индивидуальную оптическую сигнатуру (порядковый номер печатного листа), обеспечивающую оптимальную защиту от подделки;
- придает любой карточке неповторимый и привлекательный дизайн.

*Фольга для подписи.* На пластиковой карточке обязательно изготавливается полоса для подписи. Полиграфические предприятия для персонализации пластиковых карт предлагают полосу, наносимую методом горячего тиснения, которая имеет ряд преимуществ:

- хорошее изображение при письме шариковой капиллярной ручкой;

- хорошая устойчивость к истиранию;
- защита от подделки;
- качественно проработанные элементы дизайна фольги.

Среди специальных видов фольги фирмы *производят стираемую фольгу (Stretch-Off)*. Данная фольга предназначена для изготовления билетов мгновенной лотереи, нанесения защитных панелей на карточки, а также другой продукции, где необходима временная защита информации от несанкционированного считывания. После тиснения фольга удаляется с запечатанной поверхности методом стирания (например, монеткой).

Для правильного **выбора** фольги во внимание принимают следующие факторы:

- тип материала, на котором будет выполнено тиснение, толщина, качество, обработка поверхности этого материала;
- наличие лака или полимерной пленки на материале, который будет проштампован;
- отделяемость (четкость, укрывистость), рабочая температура и сцепление с исходным материалом.

Если проштампованная фольга должна выдержать контакт с жидкостями типа спиртов, изделий на основе нефтепродуктов, косметических изделий, и т.д., то ее выбор должен сопровождаться испытаниями, которые должны всегда выполняться заранее. Новые пленки окончательно оцениваются только после проведения серии испытаний. Определенное влияние на принятие решения оказывает компания-поставщик. При выборе поставщика рассматривают несколько факторов:

- объем заказа;
- срок доставки;
- техническая поддержка;
- номенклатура изделий;
- ценовая структура;
- соответствие требованиям заказчика.

У изготовителей фольги имеются в наличии рулоны различной ширины и длины, для удовлетворения требований любого заказчика (табл. 4.4).

Таблица 4.4

### Типовые размеры и масса рулонов фольги

Параметр рулона фольги	Диаметр втулки рулона, мм					
	25			75		
Ширина (мм)	610	610	610	610	610	610
Длина (м)	122	305	610	1525	2000	3050
Внешний диаметр (мм)	60	90	120	200	220	270
Масса (кг)	1,6	4	7,5	18,7	23,8	36,5

*Испытания* проводят на различных типах картона, включая лакированный, многослойный, покрытый лаком и т.д., для различных способов тиснения и типов штампов. Исследуются как большие сплошные области, так и мелкие детали изображения. Испытывают новые виды фольги и применяемые в настоящее время.

*Испытания на температурный режим* проводятся для установления температурных характеристик фольги, т.е. активной температуры, при которой фольга начинает прилипать к исходному материалу; рабочей температуры, при которой фольга дает хорошие результаты; максимальной температуры, выше которой фольга начинает обесцвечиваться и «пригорать». Испытания проводят следующим образом, устанавливают:

- штампы для тиснения на пресс и нагревают их до 80° С;
- плоскую матрицу (дегель, шаблон);
- фольгу, которую нужно испытать рядом с контрольной фольгой. Выбранный картон не должен представлять никаких специфических трудностей для работы. Скорость машины и давление должны оставаться постоянными во время испытания;
- делают первый оттиск;
- увеличивают температуру до 140° С с приращением в 5° С. Каждый раз проверяют температуру поверхности штампа температур-

ным зондом (щупом), и записывают рабочую температуру в ведомость.

*Испытание на сцепление (адгезию)* включает следующие шаги, устанавливают:

- фольгу и нагревают ее до рабочей температуры, как определено заранее;
- плоскую матрицу;
- выбирают ассортимент картона, обычно используемый в полиграфической промышленности;
- устанавливают фольгу, которую нужно испытать, и рекомендованную фольгу рядом;
- проводят тиснение на различных типах картона, отмечая, как фольга прилипает и отделяется;
- проверяют проштампованные поверхности, применяя клеящую ленту и царапая их.

*Испытания на скорость работы* проводится для того, чтобы установить, какие скорости дают оптимальную производительность для данного типа картона. Испытания проводят в такой последовательности, устанавливают:

- штампы и нагревают их до максимальной рабочей температуры;
- плоскую матрицу;
- фольгу, которую нужно испытать, и контрольную фольгу рядом;
- запускают рабочий процесс при очень низкой скорости, постепенно и плавно увеличивая рабочую скорость до наибольшей;
- отмечают медленную скорость на первом листе и быструю на последнем.

*Испытание проштампованного картона на сгибание.* Проштампованный картон может потребовать сгибания при производстве сфальцованных изделий. В этом случае, его способность к сгибанию должна быть испытана для каждого производственного тиража. Недостаточно проверить свойства на сгибание голого (пустого) картона. Все последующие технологические процессы, особенно включая офсетную печать, лакирование и ламинирование, могут влиять на эти характеристики. Следовательно, способность сгибания картона и применяемой фольги должна испытываться.

Осмотр или испытание на разрыв клеящей ленты еще не гарантируют 100% качества, так как внешние условия, воздействующие на поверхность картона в тигельном прессе и фальцевально-склеивающем аппарате, должны быть приняты во внимание. По этой причине испытание на сгибаемость должно включать проводку картона через фальцевально-склеивающий аппарат, в течение которой картон переворачивается. Требуется крайняя осторожность при тиснении участков, которые должны будут впоследствии сгибаться.

При **хранении** фольги должны соблюдаться определенные условия.

*Влияние температуры.* В течение транспортировки и хранения фольга не должна быть подвергнута воздействию прямого солнечного света или температуры выше 40° С. При более высоких температурах клеевой (адгезионный) слой может активироваться (вступить во взаимодействие). Идеальное условие хранения фольги 5–20° С.

*Влияние влажности.* Идеальная относительная влажность 30–70%. Фольга должна храниться в чистом месте, далеко от дыма и пара. При отсутствии оптимальных условий хранения фольга может быть защищена в плотном полиэтиленовом пакете.

*Влияние давления.* Рулоны фольги могут испытывать давление в случае падения или помещения в стек (друг на друге). Избыточное давление может повредить фольгу — составляющие слои отделяться. Чтобы избежать таких проблем, соблюдают осторожность при перемещении рулонов и хранят их в вертикальном положении, опирающимися на обрезанный торец или висящими горизонтально на стержнях.

В последнее время ведущие производители фольги постоянно работают над тем, чтобы улучшить уже существующие серии и создать новые, подходящие для сложных случаев применения, таких как тиснение на высокопроизводительных ротационных машинах, по пленкам или по поверхностям, обработанным УФ-лаками, по сильно структурированным и кашированным поверхностям, на узкорулонных флексографских машинах. Рынок требует, чтобы фоль-

га была устойчива к истиранию, сцарапыванию, могла подвергаться дальнейшей дополнительной обработке, позволяла выполнять тиснение и тонких линий, и больших плоскостей, была влагоустойчива. Большое внимание в настоящее время уделяется разработке новых серий голографической и дифракционной фольги.

Как правило, производители сегодня стремятся еще и к тому, чтобы фольга была безопасна в производстве и использовании, и не загрязняла окружающую среду. В программе фирмы KURZ (представителем в России является группа компаний «Дубль В») существует специально разработанная для полиграфии серия металлизированной фольги (22355), не содержащая хлора и ПВХ, все серии пигментной фольги не содержат тяжелых металлов.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите классификацию фольги.
2. Опишите состав фольги для горячего тиснения.
3. Опишите технологию изготовления фольги.
4. В чем особенности голографической и дифракционной фольги?
5. Опишите технологию изготовления голографической и дифракционной фольги.
6. Для чего служат приводочные метки голографической фольги?
7. В чем особенности магнитной, голографической магнитной, стираемой фольги, фольги для подписи?
10. Как производится выбор и испытание фольги?
11. Какие условия хранения фольги должны соблюдаться?

### **4.6. Подготовка позолотного и печатно-позолотного прессов к работе**

Тиснение фольгой требует тщательного подбора параметров процесса, обеспечивающих получение качественного результата.

Во-первых, требуется определить температуру штампа, необходимую для полного отделения красочного слоя от подложки и прочного его закрепления на запечатываемом материале. Оптимальная температура зависит от вида фольги и площади запечатываемого материала, а также от скорости работы прессы.

Во-вторых, необходимо определить давление тиснения, которое может изменяться в пределах от 15 до 25 МПа и подбирается в зависимости от вида изображения и типа запечатываемого материала. Давление должно быть таким, чтобы обеспечивалось надежное закрепление красочного слоя фольги и получались четкие очертания графических элементов изображения при минимальной глубине тиснения. Требуемая глубина тиснения зависит от микронеровностей фактуры запечатываемой поверхности, ее плотности и жесткости материала.

Качество и эффективность процесса тиснения во многом определяется качеством проведенных подготовительных работ по наладке позолотного и печатно-позолотного прессов. Подготовка прессов к работе включает следующие операции:

*1-й этап — установка (замена) штампа.* Сначала удаляется отработанный штамп. Далее производится разметка тиражного листа для правильного позиционирования нового штампа на нагревательной плите (более современный и практичный способ — использование специально выведенной для этого монтажной пленки со сверстанными на ней элементами изображения для тиснения). Машина переводится в нужный формат, и размеченный лист позиционируется на нагревательной плите, имитирующей рабочий цикл машины, лист фиксируется. Для группы устанавливаемых штампов требуется пленка, с помощью которой производится монтаж. Новый штамп устанавливается согласно размеченному листу. Штамп устанавливается на плиту с помощью креплений с винтовыми зажимами. Установка креплений осуществляется с четырех его сторон. На каждую сторону приходится по два крепления располагающиеся по возможности ближе к краям штампа. Крепления вставляются и фиксируются в ближайšie к штампу специальные соты, расположенные по всей площади нагревательной плиты в шахматном порядке.

**2-й этап — приводка** (совмещение изображения штампа с печатью или позиционирование согласно приложенному макету, заданию). При горячем тиснении устанавливается фольга, регулируется фольгопротяжный механизм и включается нагрев плиты, производится пробный оттиск и проверка совмещения. Затем штамп плавно смещается или разворачивается в требуемом диапазоне для полного соответствия заданию с помощью регулировки винтов зажимов креплений. Далее производится еще один пробный оттиск и при необходимости процедура приводки повторяется и утверждается мастеров.

**3-й этап — замена, установка декеля.** Срок службы декеля равен количеству тиражных оттисков. Под воздействием постоянного натиска в процессе тиснения, декель необратимо деформируется в зоне контакта со штампом, повторяя рельеф воспроизводимого изображения. При использовании нового штампа с контуром изображения, не совпадающим с предыдущим, на оттиске будут просматриваться элементы предыдущего изображения, что усложнит приправку. Даже при не большом смещении штампа относительно декеля, возникает перепад давления, так как в процессе производства тиража декель необратимо деформируется в зоне контакта со штампом, и, соответственно, становится тоньше, чем соседние незадействованные участки. Поэтому замена или установка нового декеля всегда производится после утверждения приводки. Состав (жесткость) декеля зависит от изображения, но в любом случае в его основе будет присутствовать приправочный и для задания требуемой толщины декеля, калибровочные листы. Толщина декеля колеблется от 1 до 1,5 мм в зависимости от оборудования.

**4-й этап — приправка** проводится для локального, равномерно распределения давления по всей площади воспроизводимого изображения и полного воспроизведения всех печатных элементов. Так как на общую силу давления влияют и температура штампа (расширение штампа, более легкая деформация запечатываемого материала при нагреве) и тип фольги (толщина основы и клеевого слоя), то перед началом приправки определяются рабочие параметры нагрева и



тип применяемой фольги. По полученному пробному оттиску оценивается общее давление и участки, на которых не закрепилась или легла с признаками растискивания изображения фольга, проверяется ее устойчивость к истиранию. Если адгезия слабая, фольга заменяется. Неравномерное давление штампа на материал искажает (растискивание) или способствует потере (непропечатка) части изображения. Регулировкой температуры корректируется максимально возможное качество воспроизведения, и выявляются участки с недостаточным или переизбыточным давлением. Участок с недостаточным давлением выклеивается приправочной бумагой (папирсной или калиброванной), увеличивая толщину декеля и собственно давление, но строго в проблемном месте. В местах с избыточным давлением наоборот удаляют (вырезают) лишний слой из состава декеля, уменьшая его толщину и соответственно силу натиска.

**5-й этап — регулировка технологических параметров тиснения:** температуры штампа; глубины тиснения; рабочего давления.

**6-й этап — пробный запуск машины, проверка качества и настройки** проводится для окончательной настройки всех элементов управления, проверки качества выпускаемой продукции в рабочем режиме, устранения возникших недостатков.

**7-й этап: пуск.** Утверждение контрольного оттиска проводится мастером или другим ответственным лицом. Выпускают сигнальные экземпляры.

**Подбор декеля** осуществляется в зависимости от вида материала, на котором выполняется тиснение.

В позолотных машинах могут быть использованы все виды декелей. Выбор декеля зависит от вида оборудования, тиснения, штампа, массы бумаги, дизайна оттиска и тиража.

При составлении декеля следует учитывать металл, из которого изготовлен штамп, так как, например, магний — довольно мягкий и неустойчивый к давлению металл по сравнению с медью, и тем более с латунью. Для сохранения магниевого штампа и увеличения его тиражеустойчивости необходим более мягкий декель. Декель должен быть больше, чем штамп, чтобы избежать деформации краев при воздействии на него высокой температуры.

Если используется резиноканевое полотно при тиснении этикеток, то снижаются временные затраты на приправку. Но недостаток состоит в сильном давлении по краю оттиска. Для увеличения глянца и снижения краевого давления желательно сверху накладывать полиштамп. При работе на стоп-цилиндровых машинах необходимо учитывать, что начальное и конечное давление цилиндра различные, поэтому приправка строится от середины к краям. Примерные составы декеля при тиснении фольгой горячего тиснения на позолотных машинах приведены в табл. 4.5.

При печати плашек на плоскочечатных прессах следует учесть, что производится более тщательная пирамидальная приправка из приправочной бумаги от 3 до 10 слоев. На широкоформатных плоскочечатных машинах, чтобы снять эффект коробления («плавления») декель можно разрезать. Полиштамп является обязательной верхней частью декеля, одновременно выполняя роль затяжного материала. Полиштамп должен равномерно и плотно прилегать к цилиндру во избежание образования воздушных «пузырей».

При составлении декеля на цилиндрических машинах следует учитывать высоту заданного декеля для данного типа машины. Чаще всего это 1,2 мм и 1,5 мм. Составленный из различных материалов декель не должен превышать высоты заданного. Все приправки проводятся внутри, между слоями. Только тонкая, небольшая приправка может производиться под полиштамп. При тиснении материала, состоящего только из средних линий или плашек, можно исключить полиштамп.

Одним из показателей правильно подобранного давления является наличие следов штампа на оборотной стороне оттиска. Чем незначительнее противодействие при полной укрывистости фольгой оттиска, тем качественнее выполнено тиснение.

**Приводка** — это процесс позиционирования фольги, штампа и матрицы, выполняемый с целью точного наложения изображения на материал. В процессе горячей обработки штампы для тиснения предварительно нагреваются и расширяются для того, чтобы осуществить приводку матрицы.

Таблица 4.5

## Составы декелей

Тип прес-са для тиснения	Материал штампа	Материал для тиснения	Состав декеля
Плоско-печатные машины	Магний	Бумаги до 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий и мягкий: прессшпан + приправочные бумаги (при выполнении сложного дизайна можно поставить полиштамп как верхний слой) полиштамп + резинотканевое полотно
		Бумаги от 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий и жесткий: резинотканевое полотно толщиной 0,3 мм; калиброванные бумаги + пертинакс калиброванная бумага + самоклеящаяся пленка
	Латунь	Бумаги до 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий: калиброванная бумага + самоклеящаяся пленка прессшпан + калиброванная бумага; резинотканевое полотно
		Бумаги от 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий и жесткий: калиброванная бумага + самоклеящаяся пленка; пертинакс + калиброванная бумага
Машины для тиснения	Магний	Самоклеящиеся бумажные этикетки: тонкие линии или сложный дизайн	Прессшпан толщиной 1мм полиштамп + прессшпан резинотканевое полотно 0,5–1мм
		Полимерные пленки	Резинотканевое полотно от 0,5 мм
Цилиндровые машины	Магний	Бумаги до 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий, мягкий: полиштамп + прессшпан + калиброванные бумаги + пертинакс или самоклеящаяся пленка полиштамп + резинотканевое полотно + калиброванные бумаги + пертинакс или самоклеящаяся пленка
		Бумаги от 180 г/м <sup>2</sup>	Декель полужесткий и жесткий (в зависимости от сложности дизайна): полиштамп + прессшпан + калиброванные бумаги + пертинакс полиштамп + пертинакс + калиброванные бумаги + прессшпан
	Латунь, медь		Применяются те же декели, что и для магниевого штампа

Предварительно изготовленные матрицы часто приводятся очень быстро при использовании *фиксирующих шрифтов*. Другим способом является использование *приводочных меток* путем их сканирования. Эти метки должны быть, по возможности, сходны по качеству с голографическими изображениями. Метка сканируется фотоэлементом, установленным на выходе тигельного пресса. В зависимости от изготовления фольги, эта метка обнаруживается или в направлении перемещения фольги, или перпендикулярно ему; фактически никогда в обоих направлениях (сканирование низкого качества).

Приводочную метку располагают справа или слева от голографического изображения. Как уже указывалось шаг  $h$  голографических изображений, т.е. расстояние между приводочными метками на фольге, должен быть кратным или равным шагу изображений на формате листа, который будет проштампован.

Затраты на фольгу составляют большую часть цены проштампованного изделия. *Оптимизация продвижения* (шага подачи, протяжки) фольги позволяет значительно сократить расход фольги. Оптимальный шаг протяжки фольги может быть рассчитан автоматически или отрегулирован оператором. Для того чтобы достигнуть этого результата, необходимо определить достаточный шаг протяжки фольги для каждой работы. Некоторые прессы для тиснения используют вводимые прикладные программы, которые вычисляют шаги протяжки автоматически. Альтернативными методами являются: использование таблицы, вычисления на калькуляторе или ручные настройки.

Таблицы используются для легкого и простого определения правильного шага протяжки фольги на машинах без внедренного программного обеспечения. Они применяются только для регулярных изображений.

Чтобы использовать таблицу, например, на прессах для тиснения фирмы *BOBST*, определяют следующие параметры (рис. 4.24):  $N$  — число изображений, которые будут проштампованы на формате листа

в направлении продвижения;  $X$  — количество изображений;  $a$  — общая длина изображения в направлении продвижения ( $a > 1$  мм);  $b$  — регулярный интервал между двумя изображениями на фольге;  $c$  — габаритная длина изображения + интервал между изображениями.

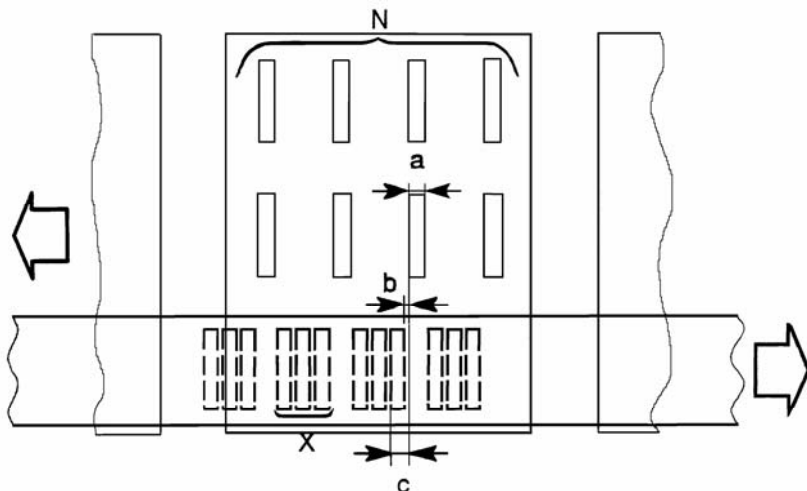


Рис. 4.24. Параметры регулярных изображений на фольге  $a$  — общая длина изображения;  $b$  — регулярный интервал между изображениями;  $c$  — габаритная длина изображения + интервал

**Пример.** Принимаем  $N = 4$  и  $a = 20$  мм.

1. Выбираем таблицу (рис. 4.25) согласно  $N$ , например:  $N = 4$ .
2. Определяем  $X$  и  $b$ , например:  $X = 3$  и  $b = 8$  мм.
3. Определяем  $c$ , суммируя:  $a + b$ , например:  $c = 20 + 8 = 28$  мм.
4. Находим в соответствующей таблице значение, данное в колонке  $X$ , например  $N = 4$ ,  $X = 3$ ; короткий шаг протяжки [1] =  $1c$  должен быть повторен один раз, [1] = 28 мм; средний шаг протяжки [2] =  $5c$  должен быть повторен три раза. [2] =  $5 \times 28 = 140$  мм.
5. Устанавливаем шаги подачи и их коэффициент повторения в электронную систему управления.



N=4				
X	 [1]	[N...]	 [2]	[N...]
1	3c	1	5c	1
2	4c	1		
3	1c	1	5c	3
4	4c	1		

Рис. 4.25. Фрагмент таблицы

Калькулятор помогает в определении шага подачи фольги для регулярных изображений с несколькими элементами. Определение продвижений с помощью калькулятора дает возможность использовать пространство между элементами рисунка на фольге.

Каждый ведущий вал привода фольгового аппарата имеет три возможных установки продвижения фольги, чтобы оптимизировать ее использование. Первые две установки шага протяжки фольги служат для загораживания пространства между изображениями и могут быть повторены несколько раз последовательно. Третья установка шага продвижения фольги используется для очистки (удаления) длины использованной фольги.

На рис. 4.26 показано, как различные продвижения служат для оптимизации расхода фольги.

Семь фрагментов на рис. 4.26 представляют фольгу после каждого из семи действий (этапов) тиснения в тигельном прессе. На фольге штамп, соответствующий рисунку серого цвета. Точки, использованные предыдущими штампами белого цвета. Ссылка черного цвета показывает первое применение силы тиснения чтобы помочь следовать за движением фольги.

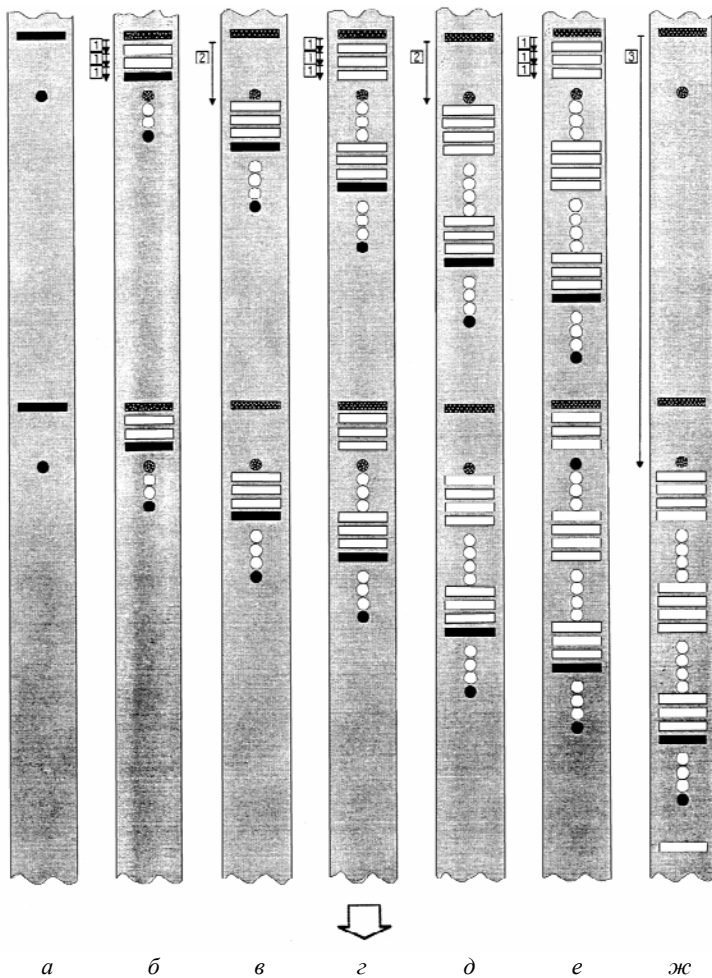


Рис. 4.26. Этапы продвижений фольги: *а* — первое применение силы; *б, г, е* — три коротких продвижения; *в, д* — одно среднее продвижение; *ж* — одно длинное продвижение

Содержание этапов процесса тиснения следующее:

- после первого приложения усилия в тигельном прессе операция показывается в виде последовательных фигур темносерого цвета;

- три коротких продвижения [1], для заполнения пространства между элементами, формирующими изображение;
- одно среднее продвижение [2], для удаления фольги, использованной в предыдущей процедуре;
- три коротких продвижения [1], для заполнения пространства между элементами, формирующими изображение;
- одно среднее продвижение [2], для очистки фольги;
- три коротких продвижения [1], для заполнения пространства между элементами в изображениях в третий раз;
- одно длинное продвижение [3], для удаления всей использованной фольги.

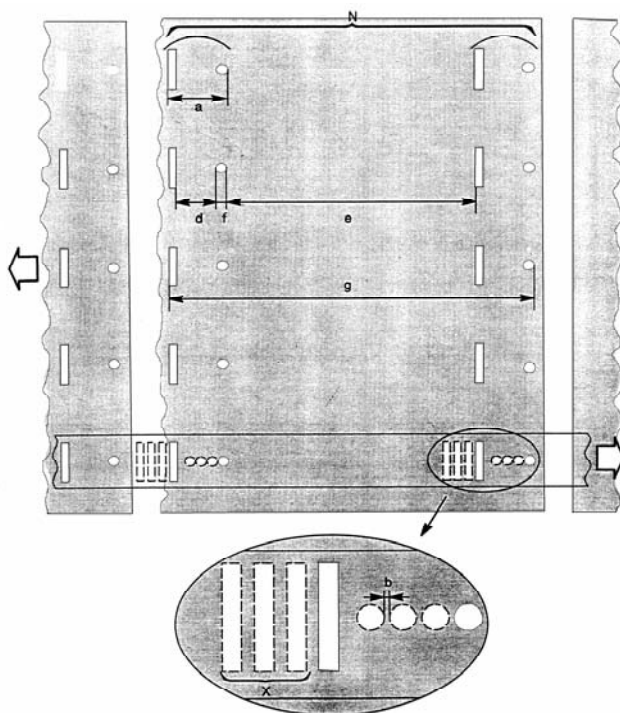


Рис. 4.27. Расчетная схема протяжек фольги.  $N$  — число изображений;  $a$  — длина изображения;  $b$  — интервал между изображениями;  $d$  — расстояние между элементами;  $e$  — расстояние между изображениями;  $g$  — общая длина изображений;  $x$  — число установленных изображений



Вычисления основаны на размерах элементов изображений и расстояниях между ними (рис. 4. 27).

Для начала определяется:

$N$  — число изображений, которое будет проштамповано на формате листа в направлении продвижения;

$X$  — число установленных на фольге изображений;

$a$  — общая длина изображения в направлении продвижения;

$b$  — регулярный интервал между изображениями на фольге;

$d$  — расстояние между элементами, формирующими изображение (модель, шаблон);

$e$  — расстояние между изображениями на формате листа, который будет проштампован;

$f$  — длина самого длинного элемента изображения в направлении продвижения для модели из нескольких элементов;

$g$  — общая длина изображений на листе.

Минимальные интервалы  $b$  между изображениями в фольге зависят от нескольких факторов:

- веса и диаметра рулонов фольги;
- скорости работы;
- растяжимости фольги;
- шага продвижения фольги;
- наладки рулонных тормозов.

Минимальная величина интервала  $b$  поэтому не может быть определена теоретически. Она находится между 1 и 5 мм для большинства работ. Минимальный интервал для данной работы может быть определен только исходя из уже имеющегося опыта.

**Пример.** Примем  $N = 2$ , размеры элементов показаны на рис. 4.28.

1. Выбираем интервал между изображениями в фольге  $b$  для [1] и [2], например,  $b = 1$  мм.

2. Находим [1] суммированием  $f + b$ , например, [1] = 15 + 1 = 16 мм.

3. Определяем общую длину  $a$  изображения суммированием длины каждого элемента и расстояния между элементами, например,  $a = 10 + 60 + 15 = 85$  мм.

4. Находим продвижение [2] суммированием  $a + b$ , например,  $[2] = 85 + 1 = 86$  мм.

5. Выбираем интервал между изображениями  $b'$  для [3], планировать нужно для наибольшего интервала, чтобы избежать ослабления штампа при большом продвижении, например,  $b' = 3$  мм.

6. Находим [3] суммированием  $g + b$ , например,  $[3] = 530 + 3 = 533$  мм.

7. Вычисляем коэффициент повторения  $\overline{N} \dots$  [1] делением  $d / [1]$ . Если результат — нецелое число, округляем до меньшего целого числа.  $\overline{N} \dots = 60 / 16 = 3,75$ . Повторяем  $\overline{N} \dots = 3$  раза [1], чтобы заполнить пространство  $d$ .

8. Коэффициент повторения [2] равен 1, так как среднее продвижение должно быть сделано, чтобы удалить фольгу.

9. Определяем значение счетчика повторения для групп [1] и [2]. Этот счетчик используется для определения введенного числа раз групп продвижений [1] и [2], затем выбираем группу продвижений [1] и [3]. Чтобы получить счетчик повторения, определяем отношение  $e / (\overline{N} \dots \times [1] + [2])$ . Если результат — нецелое число, округляем его до наименьшего целого, например,  $360 / [(3 \times 16) + 86] = 2,68$ . Повторяется дважды группа продвижений [1] и [2], чтобы заполнить пространство  $e$ .

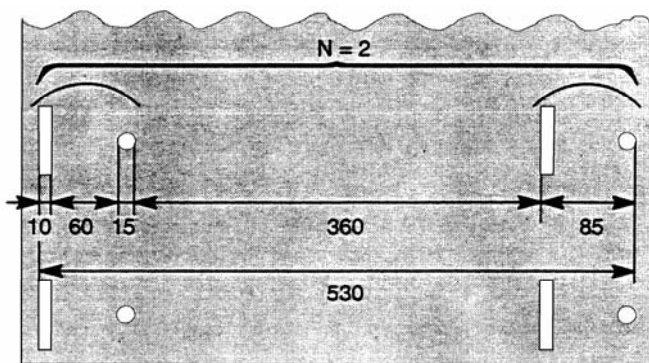


Рис. 4.28. Результаты вычислений протяжек фольги:  $N$  — число изображений

Полученная последовательность продвижений при различных значениях счетчика повторения представлена в табл. 4.7.

Таблица 4.7

**Последовательность продвижений**

Число Повторений	Последовательность продвижений
0	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + 1 \times [3]$
1	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$
2	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$
3	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$
4	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$
5	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$
6	$\overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [2] + \overline{N...} \times [1] + 1 \times [3]$

Так, при числе повторений  $\overline{N...} = 2$  последовательность продвижения будет:  $2 \times [1] + 1 \times [2] + 2 \times [1] + 1 \times [2] + 2 \times [1] + 1 \times [3]$ .

Что касается нерегулярных изображений, самый простой способ определения продвижений *вручную* состоит в использовании полосы бумаги и маркировки позиции изображений.

Вычисление продвижений голографической фольги может осуществляться *на машинах без программного обеспечения*. Для этого определяются (рис. 4.29):  $N$  — число изображений, которые будут проштампованы на формате листа в направлении продвижения;  $X$  — количество вложенных изображений на фольге;  $h$  — шаг приводочных меток на голографической фольге.

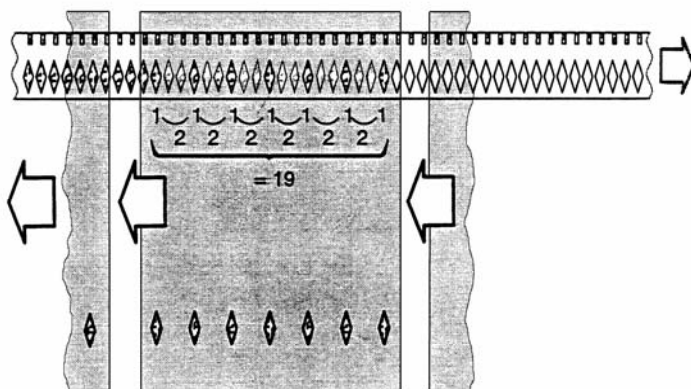


Рис. 4.29. Расчетная схема

**Пример.** Дано:  $N = 7$ ,  $X = 2$ ,  $h = 24$  мм.

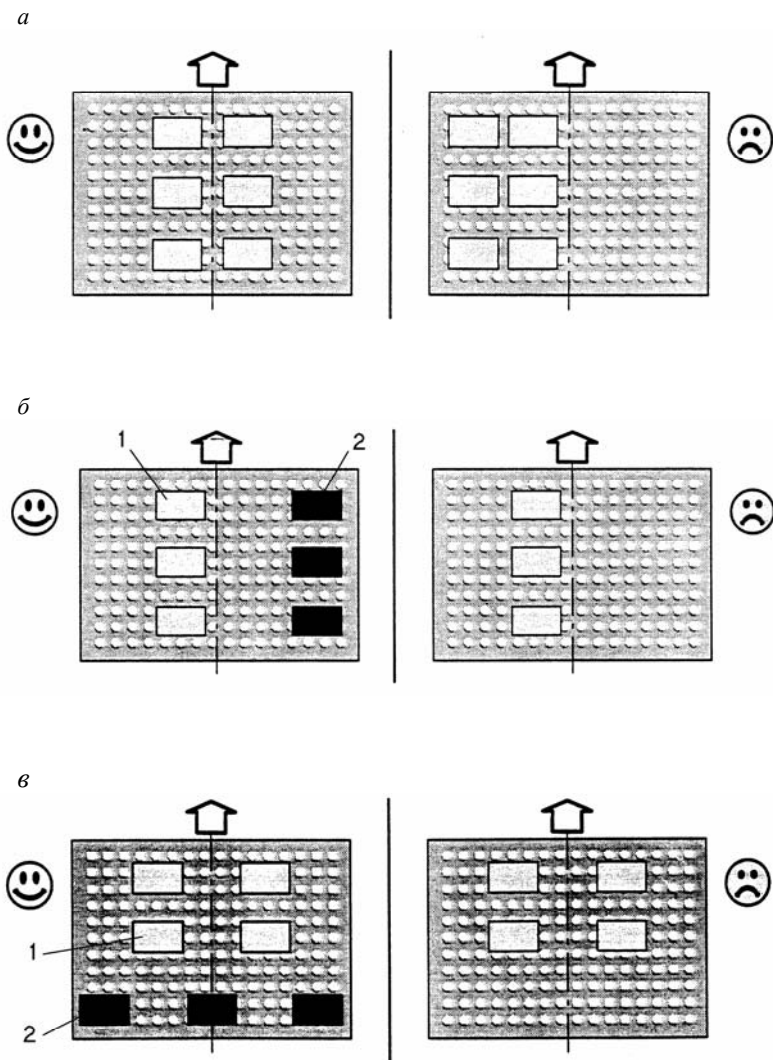
1. Определяем [1], равное шагу приводочной метки на голографической фольге, [1] =  $h = 24$  мм.

2. Коэффициент повторения  $\overline{N...}$  для [1] равен числу вставленных изображений,  $\overline{N...} = X = 2$ .

3. Для того чтобы фотоэлемент всегда нашел метку, [2] должно быть кратным [1],  $[2] = [N + (N-1) \times X] \times [1]$ .  $[2] = (7 + (7-1) \times 2) \times 24 = 19 \times 24 = 456$  мм.

**Позиционирование штампа** включает грузовую центровку рамы со штампами и приводку штампов.

*Грузовая центровка* применяется с целью статической балансировки рамы со штампами. Если есть возможность штампы распределяются симметрично с обеих сторон от средней линии рамы при вычислении размещения (раскладки) штампов (рис. 4.30, а). В том случае, если симметричное размещение штампов на раме невозможно, для балансировки штампов на раме устанавливаются *компенсационные штампы* (рис. 4.30, б). Компенсационные штампы, позиционированные вне формата листа, выбирают из тех рабочих штампов, при которых груз будет распределен более равномерно.



*Рис. 4.30.* Балансировка штампов: *a* — грузовая центровка путем симметричного расположения четного числа штампов; *б, в* — балансировка с использованием компенсационных штампов; *1* — рабочие штампы; *2* — компенсационные штампы

Балансировка штампов будет выполнена лучше, если распределить симметрично с обеих сторон от средней линии рамы, по возможности далеко от пути движения фольги. Для позиционирования штампов на раме используется следующая технологическая оснастка:

- сотовая рама, крючки и затяжной ключ;
- подвижная ограничивающая линейка;
- приводочный лист (монтажная пленка или лист из тиража);
- рычаг.

*Приводочный лист* (монтажная пленка или тиражный лист) используется для позиционирования штампов для тиснения на заключочной раме.

*Монтажная (компоновочная) пленка* обычно поставляется со штампами. Это — износостойкая пленка из синтетического материала, на которой показаны изображения на штампах и их расположение относительно печатного листа. Пленка может быть произведена на плоттере или чертежном столе. Она должна быть сверена с рядом печатных листов, отобранных от стопы наугад.

Лист из планируемого к обработке тиража может использоваться как заменитель там, где не имеется компоновочной пленки. В этом случае позиция каждого штампа базируется (приводится) при помощи точно вырезанных трех треугольников.

Для *приводки штампов* на сотовой раме размещают подвижную ограничивающую линейку. Приводочный лист устанавливают на ограничивающей линейке по упорам, соответствующим переднему торцу листа. Центрируют лист в поперечном направлении и затягивают винты на линейке, чтобы закрепить ее на месте. Штампы устанавливают в соответствии с приводочным листом и закрепляют их, используя крепежные крючки и затяжной ключ. Для смещения штампов применяют рычаг.

Для проведения подготовительных работ по установке штампов вне прессы на раме быстро, и точно к тигельным прессам *Autoplaten* фирмы *Bobst* прилагается монтажный модуль *VIDEOFIX*. Этот модуль подходит как для монтажа штампов на сотовой раме, так и для их установки в вырубном штампе. Электронная система корректи-

ровки позиционирует штампы очень точно, компенсируя тепловое расширение, вызванное горячим конгревным, плоским и рельефным тиснениями. Точное позиционирование штампов стало возможным при помощи использования двух электромеханически сопряженных видеокамер, передающих изображения, которые могут быть визуально осмотрены на мониторе.

Установка штампов проводится в следующей последовательности:

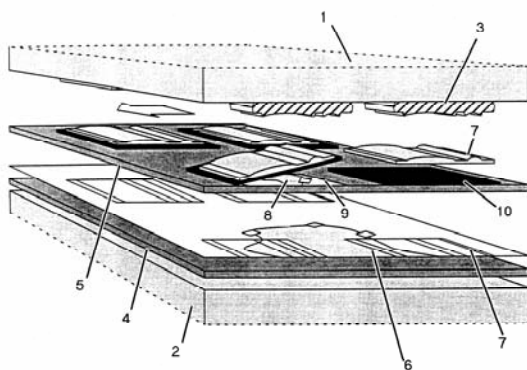
- сотовая рама вводится в станину машины на каретке и закрепляется после ее выравнивания относительно центральной линии по центрирующей метке;
- приводочный лист позиционируется и закрепляется на нижней выдвижной раме после выравнивания его относительно средней линии по центрирующей метке;
- нижняя экспериментальная камера, установленная на перемещающемся штативе позиционируется над первым изображением, которое будет проштамповано;
- верхняя камера автоматически перемещается к точке, ниже которой должен быть установлен штамп для тиснения;
- точную позицию штампа наблюдают на мониторе. Работа может быть проверена или совмещением изображений и штампа, или сближением двух частных компонентов изображения.

Процедура *приправки* выполняется при подготовке машины к работе после позиционирования штампов и матриц. Предназначена она для того, чтобы тиснить оттиски равномерно, добавляя дополнительную требуемую толщину под соответствующие матрицы. Для чего обрабатываемый лист проводится через машину и осматривается, чтобы увидеть точки, имеющие пропуски тиснения. Оттиски, оставляемые штампом показывают, какие области требуют дополнительной толщины. Эта толщина добавляется путем приклейки кусков приправочной бумаги.

*Приправочный лист* или *бумага* служит для добавления дополнительной толщины между штампами и их матрицами, для чего куски приправочной бумаги приклеиваются к любому нечетко сде-

ланному участку. Дополнительная толщина в матрице позволяет распределить силу прессования без заметного увеличения силы тиснения или штамповки, требуемой для производства четких и равномерных изображений. Приправочный лист индивидуален для каждой машины. Это очень тонкий лист бумаги или пластмассы, который должен быть несжимаемым, влагонепроницаемым, безусадочным и однородным по толщине. По сравнению с бумагой листы пластмассы обладают преимуществом, заключающимся в основном в большей тиражестойкости, но к ним плохо прилипает клей.

Толщина приправочного листа в большинстве случаев составляет 0,1 мм (максимум 0,15 мм) с допуском  $\pm 0,01$  мм. Используется приправочная бумага толщиной или 0,03 мм, или 0,05 мм с допуском  $\pm 0,01$  мм. Различают полную и индивидуальную (детальную) приправку (рис. 4.31).



*Рис. 4.31.* Элементы приправки: **1** — рама; **2** — опорная плита; **3** — штамп; **4** — компенсационная плита; **5** — прессующая плита; **6** — общая приправка; **7** — приправочный лист; **8** — детальная приправка; **9** — приправочный лист; **10** — плоская матрица

Приправка выполняется со штампами и матрицами, расположенными уже в рабочем положении. Однако оттиски штампов на приправочном листе делаются перед установкой матриц. Для вы-



полнения приправки требуется следующая технологическая оснастка:

- позиционированные штампы на сотовой раме;
- плоские матрицы, которые позиционируются и устанавливаются на шарнирах-петлях на прессующей плите, поверх которой должен быть положен приправочный лист. Нижняя компенсационная плита накрывается приправочным листом;
- приправочная бумага;
- клеящая лента;
- отрезной нож.

Процедура **полной приправки** для плохо пропечатанных областей выполняется под прессующей плитой. Приправочный лист выравнивается на стороне, противоположной стороне обслуживания, по торцу нижней компенсационной плиты и фиксируется на месте по всем четырем сторонам. Полная приправка сокращает время, требуемое для детальной (элементной) приправки. Дальнейший процесс выполняется в следующей последовательности:

- плиту машины предварительно разогревают до рабочей температуры, матрицы закрепляют и устанавливают фольгу для тиснения;
- устанавливают силу прессования на минимуме, машину включают, когда она разгружена, и постепенно увеличивают силу до 10 тс;
- берут стопу листов из сталея, готового к работе, и размещают ее на сталебельном столе самонаклада;
- пропускают лист через машину и осматривают его. Если ни одно из изображений не проштамповано правильно, немного увеличивают силу прессования, пропускают второй лист и проверяют его;
- если результаты неодинаковы, приклеивают лист бумаги М1 поверх соответствующей области на приправочном листе (рис. 4.32, а);
- проводят другой лист через машину, установив немного более высокую силу прессования, и снова производят осмотр. Повторяют процедуру до тех пор, пока результаты не будут удовлетворительными;
- если частичные неровности еще остаются, вырывают второй меньший, общий приправочный лист М2, и закрепляют его в пределах контура первого (рис. 4.32, б).

На работах без мелких деталей эта приправка иногда достаточна.

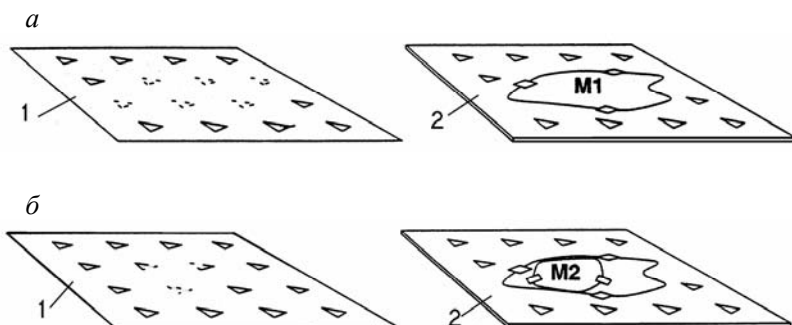


Рис. 4.32. Полная приправка: 1 — тиражный лист;  
2 — приправочный лист

Процедура **детальной приправки** выполняется под матрицами, чтобы компенсировать ограниченные пропуски тиснения. Ее отличие от полной приправки в том, что приправочный лист на пресующей плите разбит на ряд отдельных приправочных листов.

**Пирамидальная приправка** — это приклейка приправочной бумаги (рис. 4.33) с целью удаления воздуха и, следовательно, избавления от пузырей. Она в основном используется для больших сплошных областей, куда мог попасть воздух, и при работе с обработанным картоном.

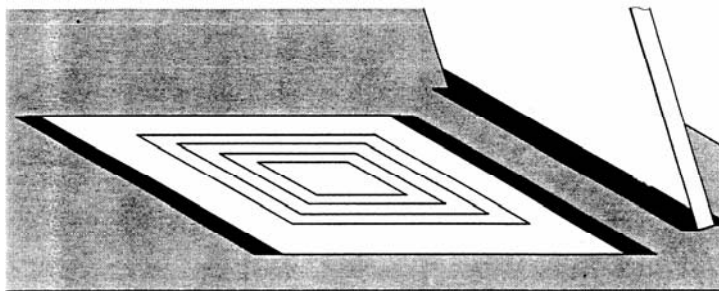


Рис. 4.33. Пирамидальная приправка

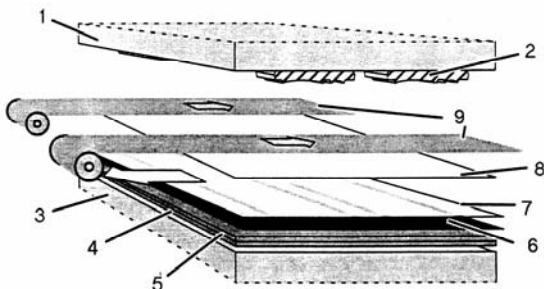
Приправочная бумага должна быть скорее оторванной, чем вырезанной, для того, чтобы грани имели постепенный наклон. Это предотвращает любые крутые контуры, ответственные за отмарывание тисненного листа.

Для *получения оттиска* на приправочном листе требуется следующая технологическая оснастка (рис. 4.34):

- штампы, позиционированные на сотовой раме;
- опорная плита с компенсационной плитой и плитой для тиснения;
- приправочные листы такого большого формата, который позволяет машина;
- клеящая лента;
- фольга для тиснения или копировальная бумага такого большого формата, какой позволяет машина;
- плоская матрица (дегель) + обрабатываемый лист.

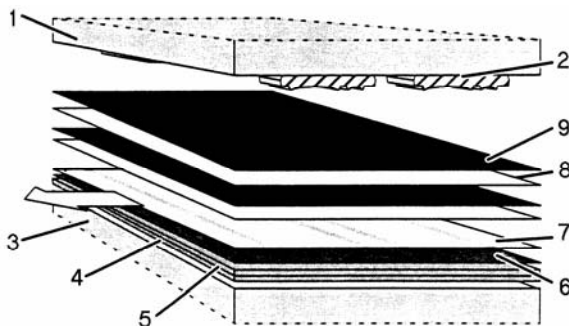
Оттиск изготавливается в такой последовательности:

- выполняют позиционирование сотовой заключной рамы и штампов;
- выдвигают и чистят опорную плиту;
- устанавливают и закрепляют плоскую матрицу(ы) (дегель) на плите для тиснения;
- выравнивают обрабатываемый лист (лист из тиража) со стороны обслуживания и по переднему торцу штамповальной плиты и фиксируют клеящей лентой. Затем устанавливают и закрепляют поверх него приправочный лист;
- устанавливают фольгу для тиснения, если ее уже нет в машине;
- постепенно увеличивают силу тиснения, чтобы отпечатать оттиск штампа на приправочном листе. Сила тиснения может первоначально быть отрегулирована без фольги в зависимости от требуемых отметок.



*Рис. 4.34.* Элементы прессы для получения оттиска на приправочном листе:  
**1** — заключная рама; **2** — штамп; **3** — опорная плита; **4** — компенсационная  
 плита; **5** — плита для тиснения; **6** — декель; **7** — тиражный лист;  
**8** — приправочный лист; **9** — фольга для тиснения

Фольга при получении оттиска на приправочном листе может быть заменена копировальной бумагой (рис. 4.35), которая позволяет получить оттиски одновременно на обоих приправочных листах.



*Рис. 4.35.* Использование копировальной бумаги для получение оттиска на приправочном листе: **1** — заключная рама; **2** — штамп; **3** — опорная плита;  
**4** — компенсационная плита; **5** — плита для тиснения; **6** — декель;  
**7** — тиражный лист; **8** — приправочный лист; **9** — копировальная бумага

**Резка** индивидуальных приправочных листов требуется там, где приправка выполняется под каждой индивидуальной матрицей. Существует два метода вырезки индивидуальных приправочных листов. При этом требуется следующая технологическая оснастка:

- приправочный лист с оттиском, приклеенный на плиту для тиснения, тщательно выставленный против стороны обслуживания и переднего торца плиты;
- нож;
- клеящая лента.

Работа начинается с вырезки изображения, расположенного на заднем углу листа. Выполняется полная процедура для первой матрицы, затем готовится вторая, и т.д., пока все матрицы не будут подготовлены.

**Метод 1** заключается в следующем:

- вырезают приправочный лист вокруг матрицы как показано штриховыми линиями на рис. 4.36, *а*. Пространство между изображениями и линией резки должно быть такое, чтобы приклеить полосу клеящей ленты и чтобы матрица накрыла индивидуальный приправочный лист и сопровождающую клеящую ленту (рис. 4.36, *б*);
- удаляют вырезанный участок (рис. 4.36, *в*);
- фиксируют клеящей лентой отрезанный конец, затем вырезают противоположный конец (заштрихованный участок на рис. 4.36, *з*). Клеящая лента не должна накладываться на оттиск;
- удаляют вырезанный участок и обрезанная сторона фиксируется так, чтобы клеящая лента была полностью под матрицей.

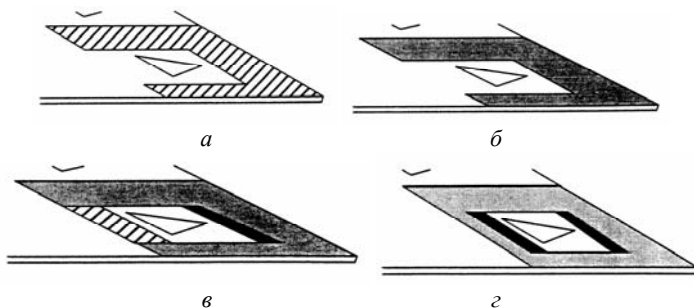


Рис. 4.36. Этапы резки индивидуальных приправочных листов по методу 1: *а* — резка приправочного листа вокруг матрицы; *б* — пространство между изображениями и линией резки; *в* — удаление вырезанного участка; *з* — фиксация клеящей лентой отрезанного конца и вырезание противоположного

**Метод 2** содержит следующие операции:

- вырезают прямоугольник из приправочного листа (заштрихованный участок на рис. 4.37, *a*);
- с помощью клеящей ленты приправочный лист прикрепляется к плите (рис. 4.37, *б*);
- вырезают приправочный лист вокруг изображения — заштрихованный участок на рис. 4.37, *в*;
- удаляют этот участок и клеящей лентой приклеивают приправку снизу резаной стороны (рис. 4.37, *г*).

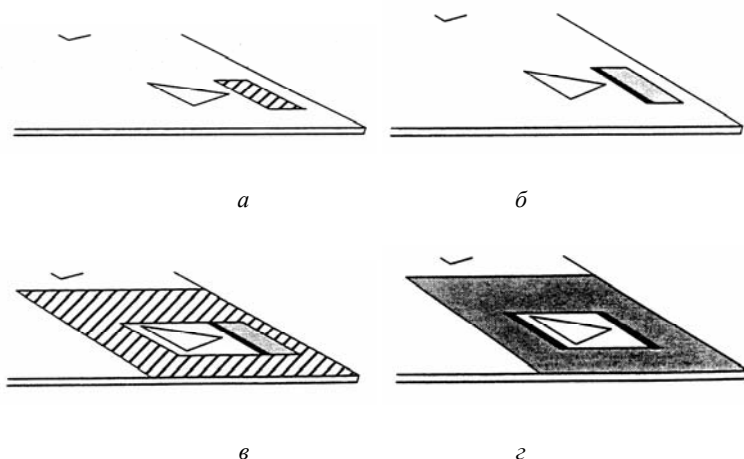


Рис. 4.37. Этапы вырезки индивидуальных приправочных листов по методу 2: *a* — вырезка прямоугольника из приправочного листа, *в* — вырезка приправочного листа вокруг изображения; *г* — удаление участка и приклеивание приправки клеящей лентой

*Плоские матрицы* должны перекрывать каждую сторону оттиска изображения, по крайней мере, на 5 мм, полностью покрывая индивидуальный приправочный лист и клеящие ленты. При плоском тиснении в зависимости от изображений бывает так, что лучше вырезать одну матрицу для нескольких штампов.

Для позиционирования плоских матриц (декелей) требуется следующая оснастка:

- индивидуальные приправочные листы, вырезанные для установки всех изображений;
- плоские матрицы (декели);
- клеящая лента.

Позиционирование плоских штампов выполняется в два этапа.

1. Центрируют матрицы по изображениям на глаз (рис. 4.38, *а*).

2. Фиксируют матрицы петлями-шарнирами, проходящими поперек ширины рамы для детальной приправки (рис. 4.38, *б*). Этот тип закрепления с помощью кусочка клеящей ленты на любой стороне матрицы позволяет легко поднять и заменить приправочный лист в течение процедуры приправки. Следует соблюдать осторожность, чтобы не приклеить клеящую ленту для петли-шарнира поверх той, которая используется для приправки.

Кладут матрицу (декель) полностью плоской поверхностью и фиксируют противоположные концы клеящей лентой (рис. 4.38, *в*).

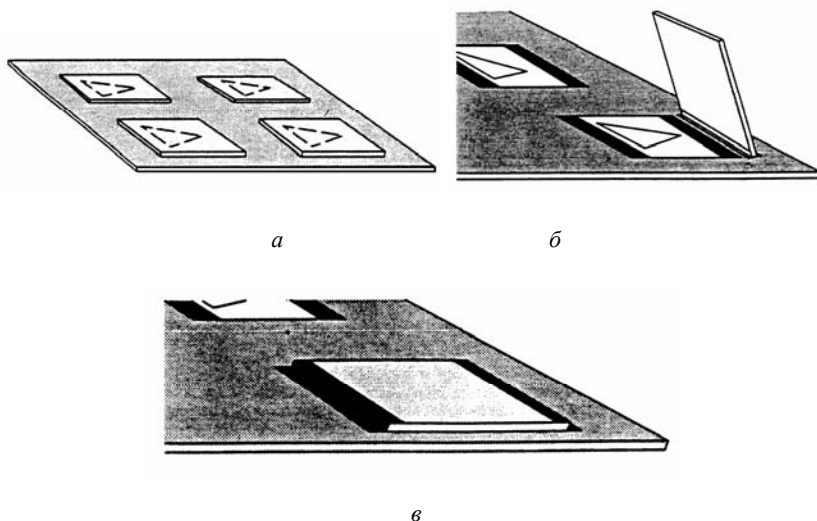


Рис. 4.38. Позиционирование декелей: *а* — центровка матриц; *б* — фиксация матрицы; *в* — фиксация противоположного конца петли

Приклеивание предварительно изготовленных матриц (декелей) требует следующей технологической оснастки:

- штампы, позиционированные на сотовой раме;
- плоские матрицы (декели), установленные на плите тиснения;
- одно- и двусторонняя теплостойкая клеящая лента;
- готовые матрицы;
- очень тонкая защитная пленка;
- ремесленный нож.

Приклеивание состоит из следующих операций:

- располагают тиражный лист под тонкую пластину, или укладывают кусочек листа под основание (рис. 4.39, *a*). Этот лист необходимо, чтобы выставить фактическую толщину, соответствующую требуемой силе тиснения для изготовления тиража;
- совмещают полосы двусторонней клеящей ленты с основаниями (рис. 4.39, *b*);
- размещают предварительно изготовленные матрицы на штампах и фиксируют их, используя установочные штифты (или двустороннюю клеящую ленту, если штамп не оснащен штифтами — рис. 4.39, *в*);
- используя тигельный пресс машины, запускают ее на один кинематический цикл, чтобы передать рельефную матрицу основаниям (рис. 4.39, *г*);
- снимают опорную плиту, чтобы проверить, все ли матрицы приклеились к своим основаниям;
- вырезают любые части клеящей ленты, выступающие из под матриц (рис. 4.39, *д*).
- удаляют лист, помещенный в машину, в начале процедуры;
- чистят штампы, удаляют базовые штифты там, где они использовались;
- накладывают очень тонкую защитную пленку на матрицы одну за другой, или на все вместе (рис. 4.39, *e*).



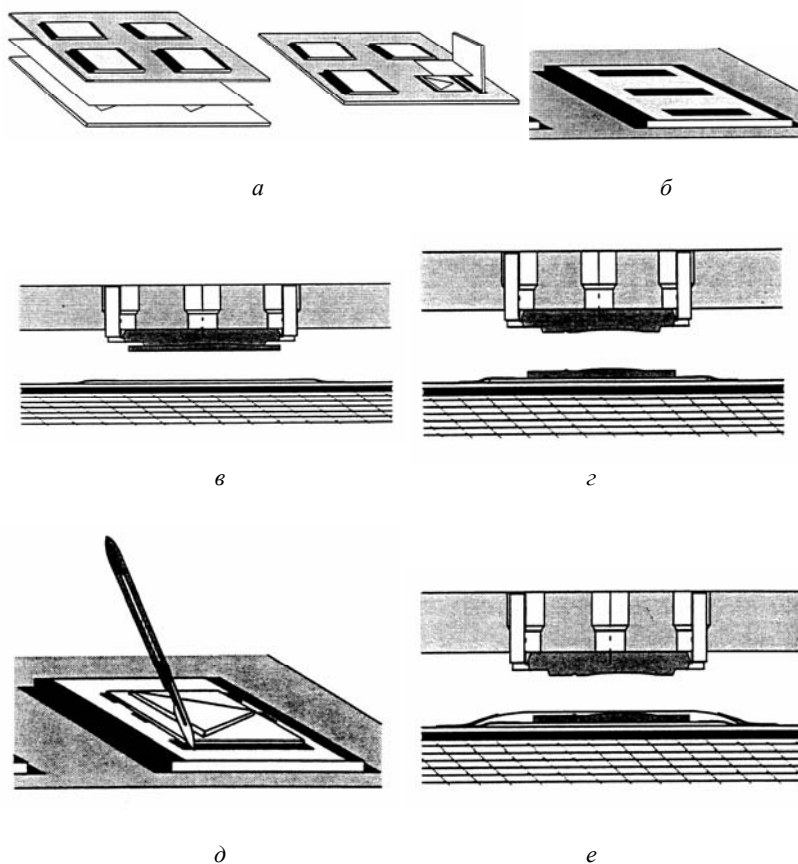


Рис. 4.39. Приклеивание предварительно изготовленных матриц:  
*а* — расположение тиражного листа под тонкой пластиной; *б* — совмещение  
 полос двусторонней клеящей ленты с основаниями; *в* — размещение  
 предварительно изготовленных матриц на штампах; *г* — запуск машины  
 на один кинематический цикл; *д* — вырезание частей клеящей ленты;  
*е* — наложение тонкой защитной пленки на матрицы

Для **изготовления рельефных матриц путем конверсии формы** требуется следующая технологическая оснастка:

- штампы, установленные на раме;
- плоские матрицы, установленные на плите тиснения;

- лист из тиража, который нужно подать в машину;
- односторонняя теплостойкая клеящая лента;
- материал для изготовления рельефа;
- очень тонкая защитная пленка;
- нож для резки.

Технологический процесс изготовления рельефных матриц путем конверсии формы включает следующие операции:

- помещают тиражный лист под тонкую пластину. Этот лист необходим, чтобы получить фактическую толщину, соответствующую силе прессования, требуемой для изготовления тиража;
- при использовании жестких оснований их притирают наждачной бумагой, а затем чистят обезжиривающим растворителем, чтобы улучшить сцепление материала, использованного для изготовления рельефа;
- приводят в действие тигельный пресс на один цикл работы, затем следуют процедуре элементной приправки, пока внешняя кромка изображения не будет ясно видима на основании. Для выполнения рельефа используют материал в соответствии с производственными инструкциями. Чтобы предотвратить прилипание материала к штампу, используют клеящую ленту для приклеивания защитной пленки поверх матриц, или по отдельности, или на все вместе. Применяют пресс при одиночном цикле машины для избежания отсоединения защитной пленки;
- удаляют пленку, остающуюся на матрицах и очищают от любого избытка материала внутри и вне изображения;
- предохраняют каждую матрицу, покрывая ее пленкой;
- прочищают штампы трихлорэтиленом;
- удаляют лист из тиража, который был помещен в машину в начале процедуры.

В случае повторяющихся работ полезно иметь возможность многократного использования тех же самых матриц несколько раз. Для этого нумеруют штампы и их соответствующие матрицы, чтобы всегда иметь те же самые пары.

**Позиционирование штампов для конгревного тиснения** на сотовой раме проводится также как для плоского и рельефного тиснения.

Кроме того, холодное конгревное тиснение может быть выполнено с использованием алюминиевых блоков штампов на панели из дерева или синтетического материала (рис. 4.40). Преимущество этого метода в том, что штампы могут быть позиционированы вне машины и подготовленные панели сохраняются до изготовления следующего тиража.

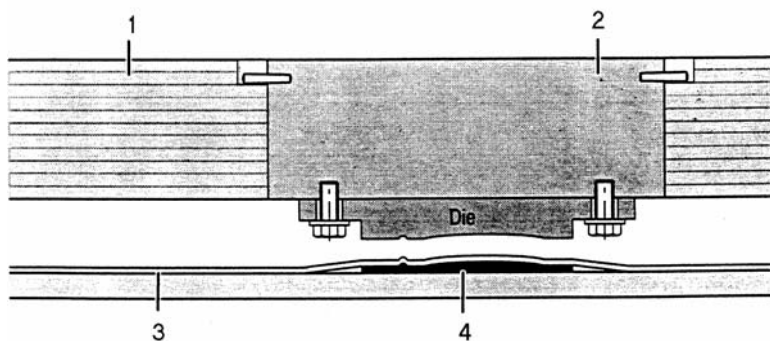


Рис. 4.40. Блок штампа, смонтированный на панели: 1 — панель из дерева или пластмассы; 2 — алюминиевый блок; 3 — тиражный лист; 4 — матрица для конгревного тиснения

Для позиционирования требуется следующая технологическая оснастка:

- заключная рама с деревянной или синтетической панелью;
- штампы.

Процесс позиционирования происходит следующим образом. Рабочий, готовящий панель, устанавливает и позиционирует штампы заранее. Они монтируются индивидуально на алюминиевых блоках. Индивидуальное наладочное приспособление позволяет выполнить заключительное позиционирование штампов при запуске машины в работу.

Для выполнения *приправки* получают оттиск на приправочном листе. Для чего требуется оснастка:

- штампы, позиционированные на раме;
- опорная плита с плитой для тиснения без матриц;
- картонная подложка или два листа картона такого размера, какой машина может обработать, и лист из тиража, который нужно провести через машину;
- приправочный лист размера формата прессы;
- клеящая лента;
- копировальная бумага.

Процесс получения оттиска заключается в следующем:

- выдвигают опорную плиту и прочищают обезжиривающим агентом. Проверяют, находится ли на месте плита для тиснения, в случае необходимости она устанавливается;
- размещают лист из тиража, картонную подложку или листы картона на плите для тиснения, чтобы компенсировать отсутствие матриц. Эта дополнительная толщина в тигельном прессе позволяет сформировать оттиск штампов;
- выравнивают приправочный лист против стороны обслуживания по переднему краю плиты и закрепляют клеящей лентой;
- размещают лист копировальной бумаги на приправочном листе (рис. 4.41). Опорная плита задвигается в машину;
- устанавливают силу тиснения на минимум, затем постепенно увеличивают ее до тех пор, пока оттиск штампов станет достаточно видимым сквозь весь приправочный лист (иначе слегка увеличивают силу тиснения и операция повторяется);
- удаляют копировальную бумагу, картон и лист из тиража;
- выравнивают еще раз приправочный лист против стороны обслуживания по переднему краю плиты и закрепляют клеящей лентой на плите для тиснения. Машина готова к работе. Последующий процесс приправки производится теми же методами, что и для матриц плоского и рельефного тиснения.

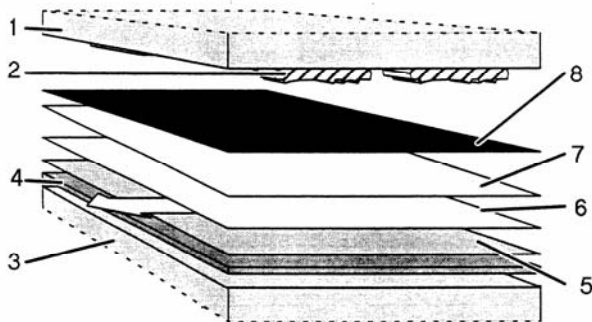


Рис. 4.41. Элементы пресса, участвующие в получении оттиска на приправочном листе: 1 — рама; 2 — штамп; 3 — опорная плита; 4 — плита для тиснения; 5 — картонная подложка или два листа картона; 6 — лист из тиража; 7 — приправочный лист; 8 — копировальная бумага

### Контрольные вопросы

1. Какие операции проводят для подготовки позолотного и печатно-позолотного пресса к работе?
2. Как проводят приводку (совмещение)?
3. Каким образом оценивают величину продвижения (протяжки) фольги?
4. Как осуществляется позиционирование штампа?
5. Расскажите о процессе приправки.
6. Каким образом подбирают штампы и матрицы?
7. Опишите процесс изготовления рельефных матриц путем конверсии формы.
7. Как происходит подготовка пресса при одновременном блинтовым и конгревном тиснении?
8. Опишите позиционирование штампа для конгревного тиснения.

### 4.7. Оценка качества тиснения фольгой

Тиснение фольгой требует тщательного подбора параметров процесса, обеспечивающих получение качественного результата.

Качество тиснения фольгой определяется комплексом ее печатно-технических свойств, характеризующих поведение фольги при транспортировке в размоточно-намоточном устройстве позолотных прессов, взаимодействием слоев фольги между собой и запечатываемым материалом и качеством получаемого оттиска.

К основным **показателям качества** тиснения фольгой относятся:

- косина;
- укрывистость оттиска фольгой;
- четкость или резкость тиснения фольгой;
- разрешающая способность;
- точность приводки многокрасочного тиснения;
- глубина тиснения;
- адгезия оттиска фольги к запечатываемому материалу;
- прочность оттиска к отмарыванию;
- прочность оттиска к истиранию;
- светостойкость оттиска;
- коррозионная стойкость оттиска;
- стойкость оттиска к растворителям;
- стойкость оттисков к химическим реактивам.

На **качество** тиснения оказывают влияние следующие **показатели фольги** и ее технические свойства:

- отсутствие осыпания;
- легкость отрыва от запечатываемого материала;
- адгезия воскового слоя к пленке-основе;
- температура размягчения воскового слоя;
- температура поверхностного размягчения адгезионного слоя;
- масса слоев;
- термостойкость;
- отмарывание полотна;
- температуропроводность слоев.

**Косина** — это разность двух крайних размеров от верхней кромки до нижней линии элементов изображения. Оценивается визуально и металлической линейкой с миллиметровыми делениями. Допуск составляет 1,5 мм на 100 мм длины изображения.

**Укрывистость фольги** характеризует степень запечатывания фольгой на испытываемых материалах под печатными элементами и отсутствие фольги в местах изображения. Обычно на практике оценивается визуально.

**Четкость или резкость тиснения** — это отсутствие размытости, пилообразных выступов по краям изображения. При тиснении фольгой резкость ухудшается при чрезмерном давлении и температуре, когда выпуклости фактуры материала частично воспринимают фольгу с боковых граней давящих элементов штампа. Допуск на показатель резкости (0,15 мм) выбран вполне обоснованно, но на практике не всегда выдерживается [6]. В соответствии с разрешающей способностью глаза мелкие детали изображения не воспринимаются отдельно, если расстояние между ними или их размер менее 0,162 мм. Контролируется этот показатель качества визуально, а мастером участка лупой ЛИ-3 с ценой деления 0,1 мм.

**Разрешающая способность** — число линий на 1 см. Этот показатель рассматривается в научных исследованиях, регламентируется техническими условиями на полиграфическую фольгу, учитывается при изготовлении штампов и при выборе марки фольги, но при повседневном контроле на полиграфических предприятиях не оценивается.

Техническими условиями разрешающая способность оценивается по шестибальной системе — по качеству тиснения на дисках из ударопрочного полистирола (при оценке качества фольги) или на тиражной крышке с эталонного штампа, имеющего плашку размером 20×56 мм и шесть квадратов с линиями толщиной соответственно 1,4; 1; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3 мм. Расстояния между линиями в первом и втором квадратах равно соответственно 1,5 и 1,2 мм, а в остальных квадратах оно равно толщине линий. Четкость оттисков определяется визуально по квадратам, имеющим четкие промежутки между линиями. Высший балл присваивается шестому квадрату, низший — первому.

**Точность приводки многокрасочного тиснения** оценивается сравнением с макетом или утвержденной эталонной крышкой, при

необходимости контролируется металлической измерительной линейкой с ценой деления 1 мм. Степень сглаживания фактуры материала при тиснении оценивается визуально, так как номинальное значение и допуск для этого показателя не разработаны.

**Глубина тиснения** является величиной абсолютной остаточной деформации материалов. При блинтовом тиснении глубина является важнейшим показателем качества, а при тиснении фольгой косвенно определяет резкость и разрешающую способность оттиска. Определяется как разность толщины материала до и после тиснения, спустя 15 минут, когда релаксационные процессы практически заканчиваются, и измеряются с помощью индикаторного толщинометра типа ТИК-1 при давлении 100 кПа в лабораторных условиях.

**Адгезией оттиска фольги к запечатываемому материалу** называется способность прилипания переносимого слоя фольги к материалу, которая оказывает влияние на прочность закрепления оттиска фольги или ее отдельных слоев.

**Прочность оттиска фольги к отмарыванию** характеризует способность непереноса частиц красочного слоя фольги на поверхность материала и регламентируется технологическими условиями на изготовление фольги, измеряется в циклах прибора ИМР и контролируется в лабораторных условиях при поступлении рекламаций, когда качество поступившей фольги не соответствует требованиям технических условий.

**Прочность оттиска фольги к истиранию** характеризует прочность красочного слоя фольги при механическом воздействии на него. Прочность оттиска к истиранию также регламентируется технологическими условиями на изготовление фольги, измеряется на приборе ИМР и контролируется в лабораторных условиях.

Светостойкость оттиска фольги характеризует способность изменения окраски оттиска фольги под действием облучения.

**Коррозионная стойкость оттисков фольги** — это способность оттиска сопротивляться потускнению или изменению цвета фольги под действием влаги и атмосферного воздуха.



**Стойкость оттиска фольги к растворителям** характеризует способность сопротивления оттиска изменению его внешнего вида вследствие воздействия на него растворителей.

**Стойкость оттиска фольги к химическим реактивам** характеризует способность сопротивления оттиска изменению его внешнего вида вследствие воздействия на него масел, жиров, масел, кислот, щелочей и т.п.

В процессе транспортировки фольги, заправки ее в пресс, наматывания на рулон или размотки с него возможно *осыпание фольги*, что является одним из ее недостатков, регламентируемых техническими условиями.

**Легкость отрыва** фольги от запечатываемого материала является другим технологическим показателем качества фольги, влияющим на производительность позолотных прессов. Этот показатель обычно оценивается визуально в процессе работы позолотных прессов и в настоящее время не имеет количественной характеристики. Однако он тесно связан с *адгезией воскового слоя (способностью прилипания) фольги либо к основе, либо к красочному слою*.

Четкость тиснения и разрешающая способность фольги определяются *температурами размягчения* слоев фольги, *воскового и адгезионного*. Они измеряются только при разработке слоев фольги и в технические условия не включаются. Однако для выяснения причин ухудшения качества тиснения измерение температуры размягчения воскового слоя и *температуры поверхностного размягчения адгезионного слоя* чрезвычайно важно.

Укрывистость фольги в значительной степени зависит от адгезии грунтового слоя к запечатываемой поверхности и массы слоев фольги. Поэтому *масса* слоя является, нормируемым показателем качества фольги.

Колебания температуры штампа в позолотных прессах бывают значительными (100–150°). При повышенных температурах металлизированный слой деформируется, оптические свойства полученного оттиска резко ухудшаются: теряется блеск, оттиск мутнеет или чернеет. Технические условия на металлизированную фольгу обяза-

тельно нормируют показатель *термостойкости* (способности пигментированного слоя фольги сопротивляться разрушению под действием температуры штампа).

Отмарывание полотна фольги характеризует перенос частиц красочного слоя на поверхность материала и элементы лентопроводящей системы и их загрязнение.

Температуропроводность слоев фольги — это параметр, характеризующий способность проводить температуру во времени.

В условиях эксплуатации изделия, оттиск, полученный методом горячего тиснения фольгой, подвергается различным воздействиям: механическому истиранию, воздействию света, влаги, органических растворителей и химических реагентов. Поэтому, в зависимости от назначения фольги, формируются показатели, характеризующие стойкость оттисков к истиранию и действию различных сред. Цвет и оттенок оттиска, полученного горячим тиснением фольгой, зависят в основном от состава и свойств пигментов и красителей. Эти показатели и глянец оттиска оцениваются методом сравнения с эталоном, который выбирается на основе измерений с применением колориметров и глянецметров. В процессе работы на ручных и полуавтоматических позолотных прессах следят за соблюдением температурного режима, состоянием декеля, при необходимости чистят или меняют штамп, декель и рулон фольги, контролируют качество тиснения.

Рассматривая процесс тиснения фольгой, необходимо обратить внимание на те *факторы, которые влияют на качество оттиска*. К ним относятся:

- толщина и теплопроводность основы фольги;
- температура штампа;
- скорость тиснения;
- время контакта штампа с фольгой;
- площадь печатных элементов штампа;
- конфигурация штампа;
- толщина штампа.

***Влияние фольги на качество тиснения.*** При выборе фольги для тиснения изначально следует ориентироваться на рекомендации

производителя. Проблемы отсутствуют, когда предстоит воспроизведение одиночных линий и небольших плашек. Если изображение сложное, состоящее из крупных плашек и мелких штрихов или материал, по которому предстоит произвести тиснение, обработан лаком, заламинирован и т.д. то перед тем как приобрести фольгу на тираж желательно провести пробу. Очень удобно иметь в запасе несколько серий фольги от разных производителей. Следует помнить, что, несмотря на общие рекомендации, нужно учитывать ряд факторов присущих только конкретному предприятию. Даже две одинаковые машины могут потребовать различного подхода не только к процессу, но и к выбору фольги, декельных материалов.

Квалификация оператора определяет исход той или иной работы. Особенно это проявляется на выворотках и на мелких штрихах, где требуется очень точная приправка и любой промах проявляется искажением, растискиванием, а также затягиванием пробельных элементов, что влечет за собой новые эксперименты по подбору фольги. Такие виды работ в высокой печати доверяют только высококвалифицированным печатникам не ниже пятого разряда. В данном случае недостаточно только переноса фольги на материал, которая будет держаться на нем за счет хорошей адгезии. Требуется получение резкого читаемого оттиска. Только после хорошо выполненной приправки можно объективно определить требуемый тип фольги. Если есть возможность разделить смешанную форму на части, лучше производить тиснение в два прогона, отдельно друг от друга, например плашек и мелких штрихов, не занимаясь поиском универсальной фольги.

Аналогично воспроизводимому изображению, фольга делится на классы по разрешению. Так, для воспроизведения крупных плашек используется фольга с наиболее легким отделением от несущей основы, а также, имеющая способность отвода воздуха. Такой тип фольги называют *жирным*. Как правило, эта фольга не чувствительна к температуре. Недостатками ее являются нечеткие края изображения и невысокое разрешение при воспроизведении мелких штрихов. Для воспроизведения мелких штрихов, линий и множества

мелких пробельных элементов используется фольга с жестким отделением от несущей основы. Это позволяет ей воспроизводить четкое, резкое изображение с минимальными (не заметными глазом) искажениями от краевого эффекта. Данный тип фольги, как правило, чувствителен к температурному режиму. Этот тип фольги называют *сухим*.

***Влияние температуры на качество тиснения.*** Ключевым фактором получения качественного изображения является температура. При неправильной установке этого параметра можно поставить под сомнение даже выбор применяемой фольги. Выбор температуры зависит от изображения, кинематики оборудования, скорости тиснения. Чем мельче штрихи, тем меньше и температура. Для ротационных и плоскочечатных машин из-за высокой скорости момента передачи изображения от штампа на тиснимый материал требуется более высокая температура, чем на тигельных прессах. Увеличение или уменьшение скорости тиснения также требует корректировки изначально установленного значения. Начинать тиснение нужно предварительно установив минимальную рекомендуемую производителем фольги температуру. Таким образом, проще оценить проблемы локальной приправки.

Как правило, при описании свойств той или иной серии указывается предельно допустимый диапазон температуры, в котором можно производить качественное тиснение. По умолчанию эта температура снимается с поверхности штампа. Необходимо учитывать, что реальная температура ТЭНов нагревательной плиты на порядок выше (разница может достигать до 15° С), так что показания приборов машины, на которой производится тиснение, могут отличаться от требуемых значений. После получения первого оттиска, возможно, потребуется корректировка температурного значения. Недостаток проявляется неполной пропечаткой изображения, и иногда выглядит как не качественно выполненная приправка, что может ввести в заблуждение неопытного оператора (справедливо будет отметить, что в период недогрева фольги, участки изображения с наименьшим давлением пропадают в первую очередь). В этих слу-

чаях температуру следует постепенно увеличить до проявления максимального количества элементов изображения вплоть до появления первых признаков перегрева фольги (заливка мелких элементов, матовый оттенок оттиска). И если проблема «белых пятен» не будет полностью решена нужно произвести дополнительную приправку. Такая процедура направлена на сокращение времени выклейки, но не заменяет классическую схему. В процессе тиснения требуется увеличение температуры в зависимости от установленной скорости, так как время контакта штампа и материала сокращается, адгезионный и разделительный слои фольги не успевают прогреться до того момента, при котором происходит его отделение от основы. Допустимые отклонения температуры 5–7%.

***Влияние усилия на качество тиснения.*** Самым первым действием, с которого начинается тиснение, является установка оптимального давления. Для полноценного переноса информации со штампа через фольгу на тиснимый материал, давление, прежде всего, должно быть равномерным по всей площади штампа и оптимальным по усилию.

Задача давления между штампом и материалом в том, чтобы обеспечить полное прилегание фольги, как к штампу, так и к материалу. Только в этом случае фольга получит и равномерное распределение температуры, и равномерное соприкосновение с материалом, что обеспечит ее полный перенос в зоне контакта.

Причины неравномерного давления делятся на постоянные и переменные:

*К постоянным причинам* относятся:

- неровность нагревательной плиты;
- люфты, перекося в печатной паре. Этот недостаток, как правило, устраняется выверкой всех влияющих на этот факт элементов при установке и наладке оборудования. Далее, все возможные корректировки вносятся в процессе эксплуатации оборудования, например, во время запланированных работ по профилактическому обслуживанию.

*К переменным причинам* относятся:

- неидеальная плоскость поверхности штампа для тиснения;

- смешанное изображение, наличие крупных и отдельно стоящих мелких элементов, неравномерные по толщине декель и штамп;
- плашки из-за воздушной подушки, возникающей при соприкосновении двух плоскостей, в этом случае натиск распределяется по краям изображения, тогда как центральная часть из-за амортизирующих воздушных включений испытывает его недостаток. Для этих целей применяются пирамидальная приправка, помогающая в первую очередь удалять воздух из центра соприкасающихся плоскостей.

Еще одной причиной возникновения неравномерности давления является не стабильная толщина обрабатываемого материала в партии, или даже в пределах площади одного печатного листа. Спасти положение может некоторый запас по усилию, прилагаемому прессом, которое компенсирует декель, т.е. нужно слегка задавить верхний слой материала. На общую силу давления влияют и температура штампа (расширение штампа, более легкая деформация запечатываемого материала при нагреве) и тип фольги (толщина основы и клеевого слоя), поэтому перед началом приправки определяются рабочие параметры нагрева и тип применяемой фольги. По полученному пробному оттиску оценивается общее давление и участки, на которых не закрепилась или легла с признаками растискивания изображения фольга, проверяется ее устойчивость к истиранию. Если адгезия слабая, фольга заменяется. Регулировкой температуры корректируется максимально возможное качество воспроизведения, и выявляются участки с недостаточным или переизбыточным давлением. Участок с недостаточным давлением выклеивают приправочной бумагой (папиросной или калиброванной), увеличивая толщину декеля и собственно давление, но строго в проблемном месте. В местах с избыточным давлением наоборот удаляют (вырезают) лишний слой из состава декеля, уменьшая его толщину и соответственно силу натиска.

***Влияние оборудования на качество тиснения.*** Заметное влияние на качество тиснения оказывает используемое оборудование.

Главный критерий выбора прессы для тиснения — это разрешение и максимальная площадь воспроизведения. Ощутимая разница в этом заметна между плоскочечатными машинами и тигельными (легкого и тяжелого типов) прессами. Главной причиной этой разницы можно назвать кинематические особенности каждого из этого классов машин.

Так, плоскочечатная машина из-за высокой скорости передачи изображения легче воспроизводит самые мелкие элементы. Причина — отсутствие паузы в момент печатного контакта, что уменьшает нагрев фольги на соседних с печатным элементом участках и деформацию материала под влиянием температуры и давления.

Тигельный пресс совершает возвратно-поступательные движения и в момент печатного контакта появляется пауза, когда под влиянием температуры и давления происходит деформация материала, что приводит к растискиванию, а также перегреву фольги. Поэтому для двух одинаковых изображений, воспроизводимых на принципиально отличающихся друг от друга, плоскочечатном и тигельном прессах, скорее всего, понадобятся два разных типа фольги.

#### **4.8. Методы оценки печатно-технических свойств фольги**

**Метод определения четкости тиснения фольгой** характеризует разрешающую способность фольги, ее определяют по линиатуре разрешенного изображения, выражая полученный результат в баллах.

**Материалы и приборы:** образцы фольги, позолотный пресс, штамп и запечатываемый материал. Штамп имеет изображение шестипольного тест-объекта и плашку (рис. 4.42).

**Методика проведения испытаний.** На позолотном прессе при оптимальной температуре тиснения получают оттиск испытуемой фольги. Показатель четкости оценивается по шестибальной системе и определяется по числу четко воспроизводимых групп линий шестипольного тест-объекта. Оттиском в шесть баллов условно

принято считать такой оттиск, у которого четко воспроизведены все шесть групп линий, без выступов и заусениц.

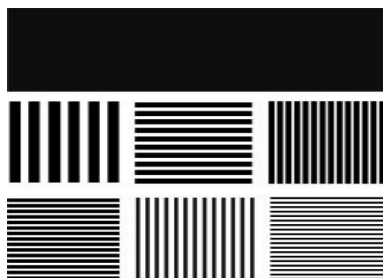


Рис. 4.42. Тест-объект для тиснения фольгой (толщина линий выражена в мм для определения четкости оттиска для различных групп линий: 1–1,5; 2–1; 3–0,5; 4–0,4; 5–0,3; 6–0,2.

Укрывистость определяют на том же оттиске, где и четкость. Определение производится визуально по степени запечатывания плашки шестипольного тест-объекта. Оттиск считается качественным по укрывистости в том случае, если красочный слой фольги полностью закрывает оттиск плашки. Тогда записывают: «укривистость полная». Иногда укрывистость оценивают по пятибалльной системе. При оценке четкости и укрывистости проводят не менее трех параллельных испытаний, строго соблюдая режим тиснения.

Количественно полноту укрывистости можно определить, используя программу *Adobe Photoshop 5.5*, по следующей схеме: сканируется оттиск, затем определяется количество пикселей, которое имеет изображение на цифровой копии (путь: изображение — гистограмма). Рассчитывается полнота укрывистости, как отношение количества пикселей на цифровой копии оттиска с отсутствием фольги на местах изображения, умноженное на 100, к количеству пикселей на цифровой копии оттиска, имеющего полное покрытие изображения фольгой.

**Метод определения адгезии оттиска к запечатываемому материалу** позволяет оценивать прочность закрепления оттиска фольги или отдельных ее слоев на запечатываемом материале.



*Методика проведения испытаний.* На позолотном прессе получают оттиск испытываемой фольги с помощью шестипольного тест-объекта. На оттиск наносится липкая лента (липкость 80–120 с, КЗХ, арт. 181), которая крепко прижимается, пока не будут удалены все пузырьки воздуха. Липкую ленту снимают параллельно оттиску. Испытание дает положительный результат, если на оттиске не остаются следов от липкой ленты. Необходимо проведение не менее трех параллельных испытаний.

**Метод определения прочности оттиска к отмарыванию** позволяет определить степень переноса частиц красочного слоя оттиска фольги на незапечатанную поверхность материала, по которому производят тиснение.

**Материалы и приборы:** образец фольги и запечатываемого материала, позолотный пресс, штамп, прибор ИМР для определения прочности оттисков фольги к отмарыванию.

*Методика проведения испытаний.* На позолотном прессе с шестипольного тест-объекта получают оттиск фольги, вырезают образец оттиска размером 40×100 мм (плашка тест-объекта) и закрепляют винтами на верхней части ползуна. Пуансон с пробкой опускается на оттиск, и прибор начинает работу. В процессе работы следят за тем моментом, когда на незапечатанном материале появится окрашенный след в результате переноса пуансоном частиц красочного слоя с оттиска на материал. Количество циклов возвратно-поступательных движений пуансона, соответствующее этому моменту, является показателем прочности оттиска фольги к отмарыванию. Результат испытаний выражают средним арифметическим из пяти измерений.

**Метод оценки прочности оттиска к истиранию** позволяет определить степень прочности красочного слоя фольги при механическом воздействии на него.

**Материалы и приборы:** образец фольги и запечатываемого материала, позолотный пресс, штамп, прибор ИМР, чернильная резинка.

*Методика проведения испытаний.* Полученный на позолотном прессе шестипольным тест-объектом оттиск подготавливается для

испытаний аналогично испытаниям прочности оттиска к отмарыванию. В нижнюю часть пуансона вставляется резинка, пуансон опускается на оттиск, и прибор включается в работу.

В процессе работы следят за тем моментом, пока на оттиске-плашке не появится запечатанный материал. Количество циклов возвратно-поступательных движений ползуна, соответствующее этому моменту, является показателем прочности оттиска фольги к истиранию и выражается средним арифметическим из пяти измерений.

**Метод определения степени осыпания печатных слоев** служит для исключения возможности осыпания фольги при резке и прохождении ее в позолотном прессе.

**Материалы и приборы:** образцы фольги, металлический квадрат размером 100×100 мм, бритва, аналитические весы, прибор для определения степени осыпания.

**Методика проведения испытаний.** Из полотна фольги вырезается квадрат размером 100×100 мм, взвешивается на аналитических весах, свертывается в трубочку вокруг резинок и закрепляется кольцами. Затем испытуемый образец опускается в полую трубку и закрепляется. Сжатие образца проводят путем десятикратного возвратно-поступательного движения штока. После этого образец освобождают, стряхивают частички осыпавшегося слоя и вновь взвешивают. Степень осыпания определяют по формуле

$$\beta = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100,$$

где  $m_1$  — масса 1 м<sup>2</sup> фольги до сжатия;  $m_2$  — масса 1 м<sup>2</sup> после сжатия.

**Метод оценки теплостойкости металлизированной фольги** призван быстро и точно определять температуру потускнения фольги.

**Материалы и приборы:** образец фольги или полуфабрикат размером 100×350 мм, стеклянный стакан, глицерин, термометр.

*Методика проведения испытаний.* В стеклянный стакан наливают глицерин и нагревают его до 80° С. Полоской фольги или отметаллизованным полуфабрикатом быстро и плотно охватывают горячий стакан (адгезионным или металлическим слоем наружу) и выдерживают в таком положении 3 с. Температуру глицерина в стакане постепенно повышают и периодически через каждые 5° проводят последующие определения теплостойкости фольги с новыми полосками. Отмечают температуру начала потускнения фольги (едва заметная потеря блеска). Каждый раз проводят три параллельных измерения.

**Метод оценки теплостойкости пигментированной фольги.**

*Материалы и приборы:* образец фольги размером 100×350 мм, стеклянный стакан, термометр, аналитические весы.

*Методика проведения испытаний.* По всей ширине рулона нарезают полоски испытуемой фольги размером 100×350 мм и взвешивают на аналитических весах.

В термостойкий стакан наливают глицерин и нагревают до требуемой температуры. В стакане укрепляют термометр (шкала от 0° до 200° С). При достижении необходимой температуры вырезанной полоской плотно охватывают стакан так, чтобы красочный слой фольги находился с наружной стороны. В таком положении фольга выдерживается в течении 3 с. Затем испытуемый образец складывают гармошкой и трижды сминают рукой. Отслоившийся пигментированный слой стряхивают и взвешивают обработанный образец. Теплостойкость определяется по формуле

$$\gamma = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100,$$

где  $m_1$  — масса образца фольги до обработки;  $m_2$  — масса образца фольги после обработки.

При каждой температуре проводят не менее пяти параллельных определений, после чего крайние значения отбрасываются, а из оставшихся трех выводится средняя величина теплостойкости фольги.

Для пигментирования матовой фольги рекомендуется производить измерения в интервале 60–100° С.

**Метод оценки отмарывания полотна фольги** позволяет выявить возможность загрязнения запечатываемого материала при соприкосновении его с полотном фольги в процессе печати.

**Материалы и приборы:** прибор *Sutherland rubtester*, образец фольги, ткань арт. 62 (ГОСТ 6638-53).

**Методика проведения испытаний.** Степень отмарывания полотна фольги определяется, например, на приборе для определения степени отмарывания полотна фольги. На плиту-станину крепится образец фольги адгезионным слоем вверх, а на нижнюю часть груза — ткань. Груз с тканью опускается на образец фольги, на счетчике задается путем поворота стрелки число возвратно-поступательных движений (циклов) груза и прибор включается в работу. Груз-ползун приводится в действие от электродвигателя и совершает возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. Совершив заданное количество циклов, прибор автоматически отключается. В случае отмарывания полотна фольги на ткани появится окрашенный след в результате переноса частиц пигментированного покрытия.

**Метод оценки светопрочности оттиска** заключается в определении степени изменения окраски оттиска фольги под действием искусственного облучения (ГОСТ 8702-71) одновременно и в одинаковых условиях облучения оттисков на материале с нитроцеллюлозным покрытием белого цвета с использованием эталонов синей шкалы.

**Материалы и приборы:** образцы оттисков фольги на материале с нитроцеллюлозным покрытием белого цвета; аппарат типа «Свет» или другой аппарат, принцип действия которого основан на одновременном облучении испытуемых образцов и эталонов ксеноновой лампой, со световым потоком до 90 лм, помещенной в закрытую камеру при температуре воздуха  $30 \pm 10^\circ$  С; относительной влажности от 35 до 50%, восьмибалльная Международная шкала синих эталонных красок.

*Методика проведения испытаний.* Оттиски испытуемой фольги получают тиснением на позолотном прессе шестипольным тест-объектом при температуре 85–150° С. Вырезают две полоски размером 15×120 мм таким образом, чтобы плашка была расположена приблизительно в середине полоски. Испытание проводится в приборе, представленном в ГОСТ 8702–71.

В электросеть включают только те лампы, на которых производятся испытания. Один из приготовленных, как описано выше, образцов вместе с эталонами закрепляется с помощью канцелярских скрепок на лампах прибора. Образцы должны плотно прилегать к поверхности лампы. Вторая полоска остается на хранение в светонепроницаемой бумаге для определения степени изменения испытуемого образца по окончании испытания.

Образцы выдерживают на лампе в течение 200 ч (до едва заметного изменения образца № 8 шкалы эталонов), после чего производят оценку их светопрочности, сравнивая степень изменения с изменением всех восьми эталонов.

Окончательный показатель прочности к свету выражается цифрой, соответствующей номеру эталонного образца, показывающего такую же степень изменения цвета, т.е. тот же видимый контраст между экспонированным и неэкспонированным образцами.

Степень светопрочности выражают баллами, причем балл *1* означает самую низшую, а балл *8* — самую высшую степень прочности. Если окраска образца менее прочна, чем первый эталонный образец, то оценка принимается также равной *1*. Если прочность окраски образца занимает среднее место по отношению к двум соседним эталонам, допускаются промежуточные оценки прочности к свету, например 2–3, 3–4 и т.д.

**Метод определения коррозионной устойчивости оттисков бронзовой фольги** заключается в определении степени потускнения или изменения цвета оттисков фольги под действием влаги и сернистого газа.

**Материалы и приборы:** оттиски бронзовой фольги, прибор для определения коррозионной устойчивости оттисков, 10%-я серная кислота  $H_2SO_4$ , сульфит натрия  $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$ , технические весы.

*Методика проведения испытаний.* Из двух полученных в одинаковых условиях оттисков один подвергается испытанию, другой остается для сравнения с испытываемым образцом и хранится в сухом месте.

Из оттиска вырезается элемент плашки, вставляется в рамку картонки, через отверстие которой продевается стеклянная палочка. В случае испытания большого количества образцов на каждую палочку помещается до шести картонок на одинаковом расстоянии друг от друга. Стеклянные палочки с образцами укрепляются в коррозионной камере на расстоянии приблизительно 170 мм от основания. Затем камеру опускают в кристаллизатор, заполненный приблизительно на  $\frac{1}{4}$  объема водой. В центре кристаллизатора предварительно ставится фарфоровая чашка с 40 мл 10%-й серной кислоты.

При осторожном поднятии коррозионной камеры в чашечку с раствором серной кислоты высыпается кристаллический сульфит натрия ( $\text{Ca}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), взвешенный на технических весах в количестве 0,25 г, после чего камера быстро устанавливается в прежнее положение.

В коррозионной камере испытываемый образец подвергается действию влаги и сернистого газа, выделившегося в результате взаимодействия сульфита натрия с серной кислотой, и выдерживается в этой атмосфере в течение 24 ч. Степень коррозионной устойчивости оттисков определяется путем визуального сравнения цвета и блеска данного образца с образцом, не подвергавшимся испытанию. Если после указанной выдержки в коррозионной камере испытываемые образцы изменились незначительно, опыт повторяют с новыми образцами, увеличив время экспозиции до 48 ч.

**Метод оценки стойкости оттиска к растворителям** основан на определении изменения внешнего вида оттиска фольги вследствие воздействия на него растворителей.

**Материалы и приборы:** оттиски фольги, часовые стекла, ватные тампоны, спирт этиловый гидролизный, бензин.

*Методика проведения испытаний.* Пропитанный растворителем ватный тампон накладывают на поверхность испытываемого оттиска и накрывают часовым стеклом. Стекло должно крепко прижиматься к оттиску со всех сторон во избежание высыхания ватного тампона. Действие растворителя происходит в течение 1 ч, но, в зависимости от необходимости, может быть увеличено. По окончании испытаний оттиск сравнивается с контрольным образцом. Полученный результат является средним арифметическим трех измерений.

**Метод оценки стойкости оттиска к химическим реактивам** основан на определении внешнего вида оттиска фольги вследствие воздействия на него маловязких и высоковязких масел, жиров, мазей, кислот, щелочей и т.д.

**Материалы и приборы:** оттиски фольги, часовые стекла, ватные тампоны, эксикатор с водой, парафиновые масла, щелок для стирки, 3%-я уксусная кислота, масляная кислота.

*Методика проведения испытаний.* В зависимости от используемых реактивов применяются следующие варианты испытаний:

- на оттиск накладывают ватный тампон, смоченный реактивом, сверху накрывают часовым стеклом и оставляют на оттиске в течение 1 ч;
- на оттиск из пипетки наносят одну каплю реактива. В случае использования паст их наносят на оттиск равномерным слоем толщиной не менее 1 мм. Оттиски помещаются на подставку в эксикаторе, на  $\frac{1}{4}$  наполненным водой. Длительность испытаний 24 ч. В результате образец сравнивается визуально с контрольным образцом.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные показатели качества тиснения фольгой.
2. В чем заключается метод оценки четкости и укрывистости тиснения фольгой?
3. В чем заключается метод определения адгезии оттиска фольги к запечатываемому материалу?

4. Как определяют прочность оттиска фольги к отмарыванию?
5. Объясните методику оценки прочности оттиска фольги к истиранию.
6. Каким образом определяют степень осыпания печатных слоев фольги?
7. В чем состоит метод оценки теплостойкости металлизированной фольги?
8. Как оценивают теплостойкость пигментированной фольги?
9. Расскажите о методе оценки отмарывания полотна фольги.
10. В чем заключается метод оценки светопрочности оттиска фольги?
11. Как определяют коррозионную устойчивость оттисков бронзовой фольги?
12. В чем заключается метод оценки стойкости оттиска фольги к растворителям?
13. В чем заключается метод оценки стойкости оттиска фольги к химическим реактивам?

#### **4.9. Особенности технологий тиснения, сущность явлений и режимы при тиснении**

Рассмотрим сущность явлений при *блинтовом тиснении* изделий из бумаги и картона.

В процессе плоского тиснения все слои материала под силовым прессующим воздействием давящих элементов штампа испытывают деформации сжатия, а слои материала в близлежащей области пробельных элементов начинают испытывать деформации растяжения и сдвига. Наибольшую деформацию растяжения и сдвига испытывают покровный материал и его лицевое покрытие и верхние слои картона, а наименьшую — слои картона у внутренней поверхности изделия под давящими элементами штампа. Относительная деформация растяжения не превышает 5% — предела удлинения при разрыве по основе тканевых покровных материалов. Так как разрушения ткани покровных материалов не происходит, то это означает, что зона рас-



тяжения и сдвига захватывает область до 15 мм, более чем в 20 раз превышающую величину полной абсолютной деформации сжатия изделия в момент тиснения [6].

Деформация сжатия материалов сопровождается уменьшением объема макро- и микропор, сжатием защемленного в них воздуха, сближением и увеличением площади контакта волокон друг с другом, изменением формы всей надмолекулярной структуры и конформацией макромолекул полимеров, а при значительных напряжениях растяжения и сдвига — и нарушением межмолекулярных связей и механической деструкцией отдельных макромолекул. Полная относительная деформация при рекомендуемом для блинтового тиснения давлении и горячем штампе достигает 20–25%, и это свидетельствует о том, что общий объем пор под давящими элементами штампа уменьшается примерно вдвое (на 40–50%).

В процессе деформации в материалах возникают значительные напряжения. Благодаря этим напряжениям сразу же после снятия нагрузки происходит быстрое и значительное (в зависимости от режимов и технологических факторов тиснения — на 38–55% величины полной абсолютной деформации) восстановление первоначальной формы — релаксация деформации, сопровождающаяся резким спадом внутренних напряжений.

Мгновенное (со скоростью освобождения от нагрузки) частичное восстановление формы приписывают внутренним силам упругости материалов, но величина упругой деформации во всех материалах ничтожна (не более 0,2% от полной деформации). В волокнистых капиллярно-пористых телах это восстановление, в большей мере, обязано высокоэластической деформации и упругим свойствам сжатого воздуха, защемленного в макро- и микрокапиллярах, и протекает не за миллионные, а за целые или десятые доли секунды. Простые расчеты показывают, что в процессе тиснения спад упругой деформации, происходящий со скоростью распространения звука в данной среде, в деформированном до толщины 0,75–2,25 мм изделии, должен происходить за 1–2 мкс, тогда как подъем штампа на эту величину происходит в  $10^5$  раз медленнее.

Около 45–62% величины полной абсолютной деформации не восстанавливается после снятия нагрузки. Эту часть называют остаточной, и она может быть обусловлена вынужденной высокоэластичной деформацией и механической деструкцией надмолекулярной структуры волокнистых полимеров. Пластическая же деформация характерна лишь для процессов сварки и тиснения пластмассовых изделий и для полимерного покрытия переплетных материалов. Иногда путают пластическую деформацию в материалах на основе целлюлозы и вынужденную высокоэластическую деформацию, но это не верно, так как в отличие от последней при нагревании полимера или выдержке во влажном воздухе пластическая деформация полностью исчезает.

Из-за высокой концентрации напряжений на краях и частичного разрушения структуры картона при сдвиговых деформациях под линией контура давящего элемента штампа остаточная деформация получается максимальной по краям и минимальной в геометрическом центре изображения, поверхность изображения становится несколько выпуклой.

В момент тиснения штамп передает изделию кондуктивным способом некоторое количество тепла. За короткое время контакта штампа с изделием (за 0,24 с на полуавтоматических прессах и примерно за 0,1 с на автоматах, работающих соответственно со скоростью 25 и 70 цикл/мин) успевают прогреться только поверхностные слои изделия, но и это обеспечивает значительное повышение степени лоска лицевой поверхности покровного материала, резко изменяет характер релаксации.

Если тиснение производилось слабо нагретым штампом (с температурой  $< 80^{\circ}\text{C}$ ), то при снятии нагрузки после мгновенного восстановления около 50% деформации происходит медленное восстановление еще около 8–30 % деформации, полученной при тиснении, причем в первые 10–12 мин восстанавливается примерно 95% этой величины, а в последующие 1–2 ч — остальные 5%. При температуре штампа  $80^{\circ}\text{C}$  и более после снятия нагрузки и мгновенного восстановления 30–45% полученной при тиснении деформации даль-

нейшего роста обратимой деформации (при погрешности измерения 0,01 мм) не наблюдается. Это говорит о том, что в материалах крышки установилось новое равновесное состояние, а внутреннее напряжение или отсутствует, или настолько мало, что не может себя проявить [10].

С повышением температуры штампа остаточная деформация возрастает, а обратимая уменьшается, причем их зависимости от температуры имеют линейный характер.

Важной *особенностью конгревного тиснения* является то, что переплетная крышка на первом этапе процесса деформируется не с лицевой, а с изнаночной стороны под действием вершины матрицы и контурной (блинтовой) поверхности штампа. При этом вся верхняя половина объема крышки, ограниченная контуром штампа, испытывает деформацию растяжения, а нижняя — сжатия, максимальное значение которой может достигать 1,5%. На втором этапе процесса конгревного тиснения переплетная крышка, изогнутая по форме поверхности изображения, испытывает деформацию сжатия, а по местам отдельных углублений и выступов рисунка — растяжения и сдвига, в результате чего формируются мелкие детали изображения, закрепляются остаточные деформации материалов крышки, а покровный материал приобретает лоск [6].

Необходимость формирования мелких деталей изображения является, видимо, основной причиной значительного, примерно двухкратного, повышения технологически необходимого давления при конгревном тиснении по сравнению с блинтовым.

В процессе тиснения переплетная крышка или обложка располагается на матрице, приклеенной к плите прессы лицевой поверхностью к штампу. Чтобы предотвратить повреждение изображения при транспортировке и пользовании книгой, по контуру портретных рисунков делают выпуклую рамку, а сам рисунок углубляют относительно поверхности крышки по фону или заднему плану. С этой же целью углубление от матрицы на внутренней стороне переплетной крышки заполняют быстросохнущей шпатлевкой, а в готовой книге заклеивают сторонкой форзаца из бумаги повышенной поверхностной плотности (160 г/м<sup>2</sup>).

Рельеф тиснения различим только на материалах с мелкорельефной фактурой, хорошо сглаживающейся под горячим штампом, поэтому конгревное тиснение рекомендуется применять на традиционных переплетных материалах — коленкорах, ледеринах, материалах с нитрополиамидным покрытием, допускается на бумаге. Этот способ полиграфического оформления переплетных крышек не рекомендуется применять на материалах с очень гладкой поверхностью, с поверхностью, которая может быть повреждена или не разглаживается под горячим штампом: на бумаге с лакированной и припрессованной полимерной пленкой, с поливинилхлоридным покрытием, на тканях с открытой ткацкой фактурой. Толщина картона должна быть не менее 1,5 мм.

**Режимы конгревного тиснения.** Конгревное тиснение требует примерно вдвое большего давления, чем блинтовое, и вчетверо большего, чем тиснение полиграфической фольгой. Поэтому сначала необходимо с помощью простого расчета убедиться, что позолотный пресс может обеспечить требуемое давление 25–45 МПа для переплетных крышек с нормальным влагосодержанием порядка 8–9%. Так как большинство позолотных прессов рассчитано на максимальную силу прессования 350–600 кН (35–60 тс), то это означает, что на них можно получить хорошее качество конгревного тиснения без риска повредить оборудование при площади штампа, не превышающей 80–200 см<sup>2</sup>. Если площадь штампа больше (и меньше, если переплетные крышки пересушены), то попытка получить хорошее качество оттиска может привести к перегрузке исполнительных механизмов и даже к поломке пресса. В этом случае тиснение следует делать на крышках с максимально допустимым влагосодержанием (до 12%) или на позолотных прессах тяжелого типа [6].

Температура штампа должна быть максимально допустимой для данного материала и скорости тиснения, чтобы по возможности уменьшить нагрузки, вызывающие преждевременный износ оборудования. В то же время нельзя допускать ухудшения качества тиснения (потемнения и оплавления полимерного покрытия материала), прилипания изделия к штампу. Оптимальная температура для различных штампов колеблется в пределах 100–120° С.

Деформации растяжения, сдвига и сжатия переплетной крышки в процессе *тиснения полиграфической фольгой* аналогичны деформациям крышки при блинтовом тиснении, но технологически необходимое давление и величина полной и остаточной деформации материалов крышки примерно в два раза меньше, чем при блинтовом тиснении.

Процесс перехода красочного слоя фольги с подложки и его закрепления на поверхности материала переплетной крышки заключается в следующем. За время возрастания и спада деформации при контакте с горячим штампом успевают прогреться только фольга и верхние слои переплетной крышки. При тиснении фольгой температура лицевого слоя покровного материала при температурах штампа от 90 до 150° С составляет примерно 40–60° С [25]. Под действием тепла и давления при температуре штампа не менее 85° С разделительный восковой слой, температура размягчения которого находится в пределах 55–60° С, расплавляется и красочный слой отделяется от подложки. Если лицевой слой переплетной крышки имеет пористую структуру (бумага и картон, крахмально-каолиновое покрытие и открытая ткацкая фактура колленкоров и др.), то адгезионный слой или связующее красочного слоя разогревается до температуры размягчения, переходит в вязкотекучее состояние, вдавливаясь в поры и капилляры материала крышки, закрепляясь на нем вследствие явлений, рассматриваемых в теории механической и молекулярной адгезии. Если же лицевой слой переплетной крышки имеет непористое термоплавающее покрытие (нитроцеллюлозное и полиамидное покрытия ледерингов и колленкоров марки КВК, поливинилхлоридное покрытие бумвинила и балакрона, полимерные пленки), то оно нагревается выше температуры стеклования, но ниже температуры текучести, что обеспечивает прочное закрепление красочного слоя фольги благодаря взаимной диффузии ее расплавленного слоя и покрытия, находящегося в высокоэластическом состоянии.

Высокое давление и повышенная температура способствуют сглаживанию фактуры материала переплетной крышки до средней

глубины макронеровностей порядка 20 мкм, что обеспечивает плотный контакт красочного слоя фольги, прочное ее закрепление и полную пропечатку оттиска.

На основные показатели качества тиснения (глубину, резкость, прочность закрепления фольги) оказывают влияние параметры режима тиснения (давление, температура и время контакта), характеристики материала (толщина, плотность, жесткость, характеристики поверхности), а также вид графического изображения и вид полиграфической фольги. Остаточная деформация  $\epsilon_{\text{ост}}$  зависит от величины давления  $p$ , температуры  $T$  и плотности материала  $\rho$ .

***Зависимость напряжения от деформации картона при тиснении.*** Переплетные и упаковочные материалы (бумага, картон, переплетные ткани) и изделия из них (переплетные крышки, обложки, упаковки, этикетки) принадлежат к дисперсным вязкоупругим многослойным системам.

В процессе их прессования и выдержки под давлением наряду с релаксационными явлениями происходят изменения пористости и уплотнения материалов, непрерывное нарушение и восстановление связей между отдельными волокнами. Сопротивление материалов объемному сжатию во время прессования в основном обуславливается силами взаимодействия и степенью дисперсности частиц (числом точек контакта между частицами), составляющих твердую фазу. По мере сжатия крышек число точек контакта между частицами увеличивается, в связи с чем, увеличивается и сопротивление материалов системы дальнейшему уплотнению. При тиснении материалов нагретым штампом под влиянием температуры происходит изменение их механических свойств, благодаря чему одно и то же значение деформации с повышением температуры создается при меньшей нагрузке.

В случае тиснения холодным штампом при температуре 17° С увеличение скорости деформации в практически возможных пределах (при изменении скорости работы прессы от 20 до 100 цикл/мин) не оказывает существенного влияния на сопротивление материала деформированию.

Функциональная зависимость между напряжением  $\sigma_0$  и относительной деформацией  $\varepsilon_0$  в период прессования переплетных крышек имеет вид

$$c_0 = a(\exp(b\varepsilon_0 / \alpha) - 1),$$

где  $a$ ,  $b$  — постоянные величины для данного материала;  $\alpha$  — температурный коэффициент.

Так, для ледериновых крышек получается следующая зависимость:

$$c_0 = 2,32(\exp(8,2\varepsilon_0 / \alpha) - 1), \quad \alpha = 1 + 0,0015(T - 17),$$

где  $T$  — температура штампа в градусах Цельсия [20].

*Кинетика процесса тиснения картона.* Вследствие того, что время прессования сравнительно не велико, релаксационные явления в этот период проявляются лишь в незначительной степени и остаточная деформация создается в основном за счет смещения и уплотнения волокон материала.

Изучение деформации картона под действием постоянной нагрузки показало, что характер и ее величина в большой степени зависят от свойств картона. Снижение объемной массы картона за счет большой пористости и меньшего уплотнения приводит к развитию под действием внешней нагрузки задержанной высокоэластической, а затем и пластической деформации. Это показывает, что при выборе материала для переплетных крышек необходимо обращать внимание на объемную массу картона, так как от него зависит качество тиснения и, в частности, глубина получающегося изображения.

Изучение деформации картона под действием постоянной нагрузки не позволяет получить полного представления о закономерностях процесса. Ниже приведены основные результаты исследований на действующем прессе, работающем со скоростью 25 цикл/мин, когда скорость деформации соответствовала 700 мм/мин (рис. 4.43).

Давление на переплетный материал при тиснении на прессе нарастает с определенной скоростью, достигает максимального значе-

ния, а затем падает до нуля. Деформация картона под нагрузкой также приобретает максимальное значение. При снятии нагрузки большая часть полученной деформации исчезает и остается лишь та часть, которая является наиболее важной при проведении процесса тиснения, т.е. остаточная деформация.

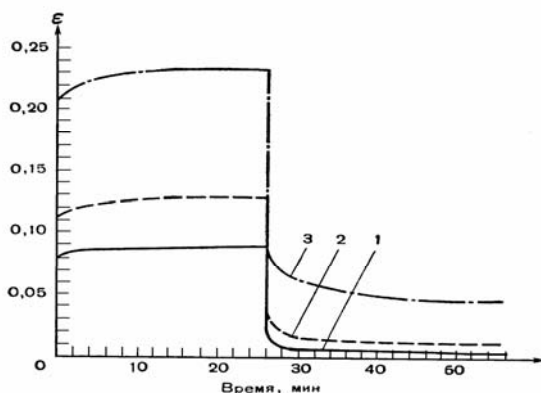


Рис. 4.43. Кинетика развития и спада деформации одноосного сжатия картона плотностью ( $\text{г/см}^3$ ): 1–0,78; 2–0,68; 3–0,55

Экспериментально установлено, что деформация сжатия картона как волокнистой пористой системы сопровождается уменьшением его объема за счет сближения волокон и их уплотнения. После снятия внешней нагрузки происходит частичное восстановление прежней толщины картона, причем это восстановление зависит от режима процесса. Уменьшение объема картона по месту тиснения, естественно сопровождается изменением его плотности. При тиснении тангенциальные напряжения и деформации намного меньше нормальных напряжений и деформаций при одноосном деформировании.

**Влияние нагрузки на остаточную деформацию.** Изучение зависимости качества тиснения от режимных параметров проводилось в основном по величине получающейся остаточной деформации. Построен график изменения относительной остаточной деформации



(рис. 4.44) для различных сортов картона, отличающихся объемной массой, от увеличения максимально приложенной нагрузки [13]. При вдавливании штампа в картон остаточная деформация в начальный период сжатия нарастает почти пропорционально величине давления, а затем при определенной величине давления наблюдается отставание величины деформации от роста давления.

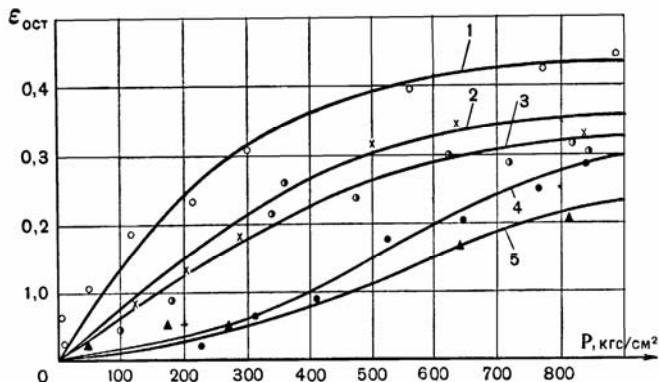


Рис. 4.44. Зависимость относительной остаточной деформации картона от максимально приложенной нагрузки при постоянной температуре и скорости работы оборудования и объемной массе картона (г/см<sup>3</sup>): 1–0,55; 2–0,66; 3–0,69; 4–0,77; 5–0,79

Такой характер изменения остаточной деформации объясняется тем, что в первый момент сжатия картон представляет собой еще недостаточно уплотненную систему, которая способна в значительной мере уплотняться за счет сближения волокон и уменьшения пор внутри и между слоями. Уплотнение картона сопровождается увеличением числа точек контакта слоев, поэтому картон оказывает большее сопротивление сжатию.

Наряду с ростом числа контактов между элементами картона и возникновением новых связей неизбежно происходит процесс нарушения прежних связей под действием внешних сил; он необратим, чем в большей степени объясняется наличие остаточной деформации при тиснении.

С ростом плотности картона величина остаточной деформации резко снижается при приложении одинаковой по величине нагрузки. Для картона объемной массой до  $0,75 \text{ г/см}^3$  общую закономерность изменения относительной остаточной деформации от давления можно представить следующей формулой:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \varepsilon_{\text{max}} (1 - e^{-np}), \quad (4.1)$$

где  $p$  — приложенное давление,  $\text{кгс/см}^2$ ;  $\varepsilon_{\text{max}}$  и  $n$  — постоянные, зависящие от сорта материала и от режимов проведения процесса, в частности, от температуры [13].

Для картона объемной массой более  $0,75 \text{ г/см}^3$  закономерность несколько изменяется:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \varepsilon_{\text{max}} [1 - (1 + np)e^{-np}]. \quad (4.2)$$

Коэффициент  $\varepsilon_{\text{max}}$  характеризует максимальную величину остаточной деформации, которую можно получить на данном материале при приложении очень больших нагрузок, близких к разрушающим. Коэффициент  $n$  характеризует скорость изменения деформации с ростом давления.

***Зависимость остаточной деформации от температуры процесса.*** Как известно, на величину остаточной деформации должно оказывать влияние изменение температуры процесса.

Необходимо отметить, что температура картона в месте соприкосновения со штампом в процессе тиснения повышается до известной величины, но не достигает температуры штампа, так как скорость протекания процесса тиснения очень велика, и картон не успевает воспринять все тепло штампа. Пользуясь известными формулами теплопередачи при нестационарном процессе были рассчитаны значения температуры по слоям картона при температуре штампа  $100^\circ \text{C}$  [13]. По полученным данным, температура в картоне, оклеенном материалом, распределяется так, как это показано на рис. 4.45. Изучая влияние повышения температуры штампа на величину остаточной

деформации, было обращено внимание на то, что при повышении температуры резко увеличивается пластичность картона.

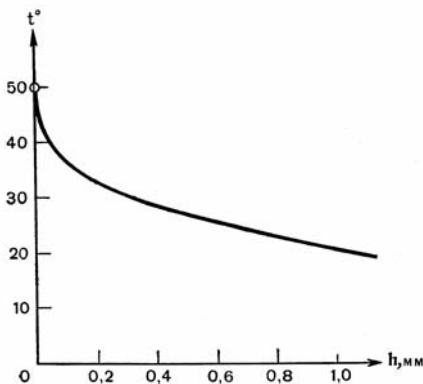


Рис. 4.45. Распределение температуры в толще картона ( $h$ ) при тиснении нагретым штампом

На рис. 4.47 показано семейство кривых, выражающих зависимость величины относительной остаточной деформации от максимального приложенного давления и температуры штампа для картона различной плотности. На основании полученных экспериментальных кривых можно рассчитать значения основных коэффициентов  $A$  и  $n$  в формулах (4.1) и (4.2).

Таблица 4.7

Плотность, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент $\epsilon_{\max}$	Коэффициент $n \cdot 10^{-3}$				
		Температура штампа, град				
		20	120	140	160	190
0,54	0,46	1,4	3,4	4,0	4,0	6,5
0,69	0,52	0,7	1,0	1,3	1,3	1,7
0,79	0,57	1,5	1,5	1,8	1,9	2,0

Как видно из табл. 4.7 коэффициент  $\epsilon_{\max}$  зависит лишь от свойств картона, в частности, от его плотности (рис. 4.46). Коэффициент  $n$  зависит от свойств картона и от температуры штампа (рис. 4.48). Эта зависимость линейная, но угол наклона прямой к оси температуры зависит от плотности картона. С увеличением плотности угол наклона прямой уменьшается. Это свидетельствует о том, что при повышении

плотности картона уменьшается его пластичность, даже при увеличении температуры.

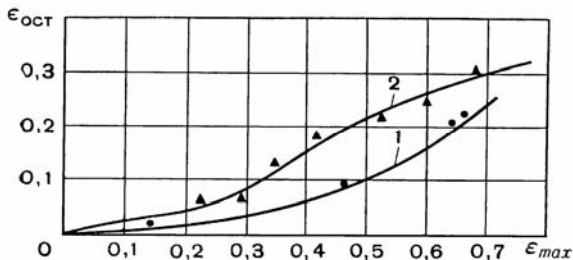


Рис. 4.46. Изменение доли остаточной деформации картона в общей деформации при изменении температуры штампа с 20° (1) до 160° (2) при плотности картона, г/см<sup>3</sup>: 0,55; 0,68; 0,78

Приведенные данные позволяют сделать вывод, прежде всего, о том, что чрезмерное повышение температуры штампа с целью снижения давления при тиснении нецелесообразно, так как влияние повышения температуры незначительное. Кроме того, слишком высокая температура штампа может вызвать разрушение картона.

Если учесть, что давление, необходимое для получения нужной остаточной деформации, обратно пропорционально коэффициенту  $n$ , т.е.  $P = -(1/n) \ln(1 - \epsilon/\epsilon_{\max})$ , станет ясно, что увеличение плотности картона вызывает необходимость повышения давления для получения одинаковой остаточной деформации.

Так, например, для получения остаточной деформации 0,2 при температуре штампа 150° С на картоне плотностью 0,54 г/см<sup>3</sup> требуется давление 150–200 кгс/см<sup>2</sup>, а на картоне плотностью

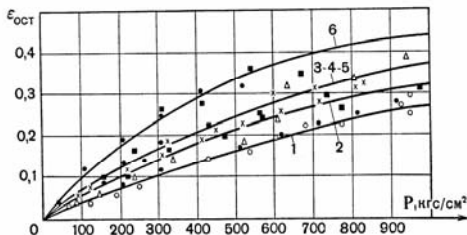


Рис. 4.47. Изменение относительной остаточной деформации картона плотностью 0,68 г/см<sup>3</sup> при температуре: 1—20°; 2—110; 3—120; 4—140; 5—160; 6—200° С

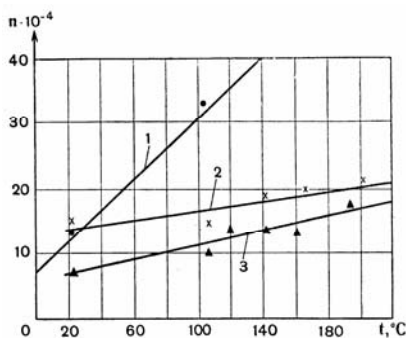


Рис. 4.48. Изменение коэффициента  $n$  от температуры штампа для картона плотностью ( $\text{г/см}^3$ ): 1—0,55; 2—0,68; 3—0,78

0,69  $\text{г/см}^2$  — 400–500  $\text{кгс/см}^2$ . При плотности картона 0,79  $\text{г/см}^3$  необходимо приложить давление 700–800  $\text{кгс/см}^2$ , чтобы получить ту же относительную остаточную деформацию.

Следовательно, для уменьшения нагрузок при тиснении целесообразно использовать для изготовления переплетных крышек картон с наименьшей плотностью. Однако для про-

ведения других технологических операций (раскрой, изготовление крышек и вставка в них блоков) необходимо, чтобы картон имел достаточную механическую прочность, а увеличение рыхлости ее снижает. Поэтому наиболее целесообразно использовать для изготовления переплетных крышек картон, состоящий из трех слоев: внешних с большей плотностью из более прочного волокна и среднего слоя с небольшой плотностью.

**Влияние увлажнения на процесс прессования.** Научные исследования показали, что увеличение влажности волокнистого материала, каким, в частности, является картон, приводит к повышению его пластичности. При исследовании деформационных свойств картона в зависимости от влажности было установлено, что ее увеличение вызывает увеличение общей относительной деформации под давлением, так как растет относительная величина эластической и пластической деформации (рис. 4.49).

Исследования показали, что изменение влажности в пределах 3–8% почти не вызывает изменения остаточной деформации. Лишь с ее увеличением более чем на 11% пластичность картона повышается. Необходимо отметить, что увеличение влажности в основном вызывает увеличение высокоэластической деформации. Величина пластической деформации растет не столь быстро. Поэтому при вы-

сушивании оттиснутого влажного картона деформация частично пропадает, что может привести к сильным искажениям полученных результатов. Устойчивый качественный оттиск можно получить на картоне влажностью 3–8%.

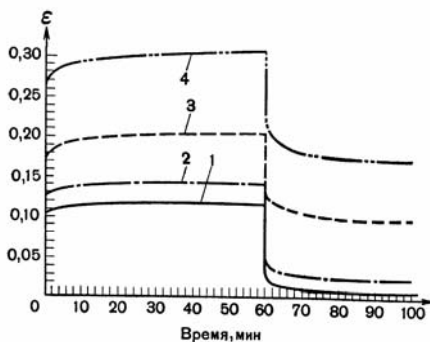


Рис. 4.49. Кинетика развития и спада деформации одноосного сжатия картона при различном его влагосодержании: 1 — 1%; 2 — 8%; 3 — 12%; 4 — 21%; плотность картона —  $0,68 \text{ г/м}^3$

**Влияние скорости процесса.** Уже известно, что на процессы деформирования пористых материалов большое влияние должна оказывать скорость проведения процесса. Снижение скорости работы оборудования крайне нежелательно, так как при этом падает производительность труда.

Увеличение времени контакта почти в три раза вызывает при малых давлениях увеличение остаточной деформации почти в два раза, а при высоком давлении только на 20–25%. Дальнейшее увеличение времени контакта штампа с материалом за счет остановки пресса вызывает незначительное увеличение остаточной деформации, только примерно через 30 с это становится заметно. Значительно большее влияние на результат тиснения оказывает скорость нарастания нагрузки или скорость деформации, а не общее время процесса. При увеличении скорости деформации с 700 до 1230 мм/мин при приложении одинаковых нагрузок величина остаточной деформации заметно уменьшается.

Если скорость деформации увеличить до 3000 мм/мин, что соответствует работе ротационного прессы при скоростях 50–100 цикл/мин, то уже не наблюдается изменения величины остаточной деформации в зависимости от скорости увеличения нагрузки [19]. Это легко объяснить свойствами картона, как пористого тела, у которого при тиснении возрастает плотность по месту действия штампа.

Эти данные позволяют рекомендовать для проектирования позолотных прессов тигельного типа закон движения плиты прессы таким, который обеспечивал бы при неизменной производительности наиболее плавный рост нагрузки и, соответственно, рост деформации.

***Влияние параметров процесса на качество бескрасочного (блинтового) тиснения на переплетных крышках.*** Исследования показали, что характер деформации переплетных крышек, представляющих собой картонные сторонки, оклеенные бумагой или переплетными материалами, определяется деформационными свойствами картона. Значения коэффициентов несколько изменяются из-за наличия ткани, но кривые остаются характерными для данного вида картона.

При повышении температуры штампа и давления остаточная деформация увеличивается. Однако при тиснении на ткани, склеенной с картоном, большое значение приобретает не только определенная глубина остаточной деформации, но и внешний вид оттиска. Изучение внешнего вида оттиска, получаемого при различных режимах тиснения, показало, что изменение температуры и давления может вызвать изменение цвета и в ряде случаев разрушение материала крышки.

Бескрасочное тиснение на переплетном материале, наклеенном на картон, без нагрева штампа получается матовым, а при высоких давлениях (выше 800 кгс/см<sup>2</sup>) цвет материала по месту тиснения изменяется из-за его разрушения. Повышение температуры штампа позволяет получить оттиски с блеском, но если штамп нагреть до температуры выше 130° С, замечается отставание ткани от картона,

подплавка нитрослоя, а при высоком давлении (более 700 кгс/см<sup>2</sup>) — разрыв ткани.

Исследования показали, что высококачественные бескрасочные оттиски на переплетных крышках, крытых ледерином и коленкором, могут быть получены при температуре штампа 80–100° С и давлении не более 400 кгс/см<sup>2</sup>.

Как известно, увеличение давления при тиснении необходимо для получения оттиска нормальной глубины, особенно при использовании картона большого объемного веса. Если станет возможным получать оттиски нормальной глубины при более низком давлении, а нормальный температурный режим обеспечит достаточный блеск оттиска, то будет решен вопрос о наиболее оптимальном режиме тиснения. Снижение давления при получении оттиска достаточной глубины, как говорилось выше, возможно за счет применения картона с оптимальными деформационными свойствами и увеличения толщины картона.

Вследствие того, что качество тиснения — его глубина — характеризуется абсолютным значением углубления, увеличение толщины картона приводит к снижению относительной деформации. Это, в свою очередь, связано с возможностью снижения необходимого для деформирования крышек давления. Увеличение толщины картона практически не всегда возможно, так как это связано с излишним его расходом, а также может не соответствовать оформлению книги. Кроме того, колебания толщины картона в тираже при постоянном зазоре между плитами прессы приводят к тому, что на тиражных переплетных крышках получают тиснения разной глубины, т.е. различного качества. Для искусственного увеличения толщины картона и для более правильного распределения давления по площади рисунка в настоящее время применяются *декели-прокладки*, укрепляемые под переплетной крышкой на подвижной плите прессы. Тиражеустойчивость таких декелей крайне низка, их необходимо заменять до двух раз в смену.

При тиснении на корешке переплетной крышки в качестве декели используют различные материалы: картон, органическое стекло,



офсетную резину. Однако все эти материалы не обеспечивают хорошего качества тиснения и имеют очень малую тиражеустойчивость. Материал декеля должен обладать определенными деформационными свойствами. Его общая деформация должна быть значительно ниже, чем у картона, так как при использовании декеля из мягкого материала на оборотной стороне переплетной крышки появляется рельеф. Материал декеля должен иметь малую остаточную деформацию и быть достаточно термостойким, чтобы не деформироваться при тиснении на переплетных крышках нагретым штампом. Кроме того, материал декеля должен быть прочным, чтобы не разрушаться при многократном приложении нагрузки.

Толщина декеля для тиснения на стороне должна быть такой, чтобы нивелировались колебания толщины картона крышки, т.е. не менее 1–2 мм. Для тиснения на корешке декель должен иметь толщину до 3 мм.

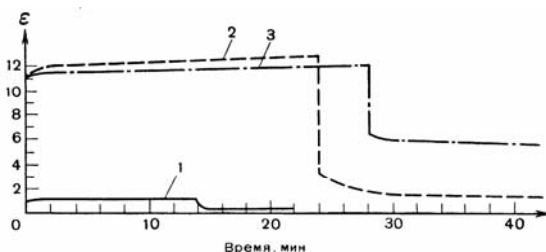


Рис. 4.50. Кинетика развития и спада деформации одноосного сжатия материала для декелей из: 1 — поливинилхлоридной композиции или кожкартона; 2 — офсетной резины; 3 — картона плотностью  $0,68 \text{ г/см}^3$

В результате проведенных исследований деформационных свойств различных материалов, которые могут быть использованы в качестве декеля, установлено, что лучше всего использовать материалы в виде специальной композиции поливинилхлоридной пластмассы или кожкартона. Последний представляет собой кожевенную пыль, проклеенную высокополимером. Характер деформации этих материалов по сравнению с деформацией картона и офсетной резины показан на рис. 4.50.

Испытания декельного материала из поливинилхлоридной пластмассы или кожкартона при тиснении на переплетных крышках показали, что для получения остаточной деформации заданной величины необходимо приложить меньшее давление, чем при тиснении с декелем из картона.

В процессе тиснения на корешке переплетной крышки, изготовленной из коленкора, при давлении  $127 \text{ кгс/см}^2$  с применением декеля из офсетной резины остаточная деформация составляет 0,03 мм, а при декеле из поливинилхлоридной пластмассы или кожкартона и прочих равных условиях остаточная деформация достигает 0,12 мм. Следовательно, декель из листового поливинилхлорида или кожкартона позволяет устранить оборотный рельеф и дает возможность получить необходимую остаточную деформацию при более низком давлении, чем декель из картона или офсетной резины. Кроме того, улучшается качество бескрасочного оттиска, он получается более четким, блеск его увеличивается.

Уже упоминалось, что тиражеустойчивость декеля из картона очень низка (не превышает 7 тыс. отт.), в то время как тиражеустойчивость декеля из поливинилхлоридной пластмассы или кожкартона превышает 100 тыс. отт. Кроме того, декель из листового поливинилхлорида может быть использован повторно для тиснения другого тиража после того, как будет прогрет в термостате в течение 5–8 мин при температуре  $100^\circ \text{C}$ . Для восстановления декеля из кожкартона его следует увлажнить и прогреть при температуре  $70\text{--}80^\circ \text{C}$  в течение 10 мин.

Несмотря на довольно высокую стоимость таких декелей по сравнению с обычным переплетным картоном, применение их экономически целесообразно, поскольку сокращается трудоемкость приправки при тиснении больших тиражей, и есть возможность многократного использования декеля для тиснения различных изданий.

На величину остаточной деформации значительное влияние оказывает чрезмерное увеличение *влажности*. В процессе изготовления переплетных крышек влага вносится с клеем, увеличивая влаж-

ность ткани и прилегающих к клею слоев картона. Такое местное увеличение влажности может вызвать нежелательные явления при тиснении нагретым штампом. Так, при тиснении на крышках, влажность клеевого слоя которых превышает 9–10%, ткань отделяется от картона и появляются «пузыри». Из многочисленных наблюдений установлено, что влажность клеевого слоя переплетных крышек, подаваемых на тиснение, должна быть не выше 6–8%, в противном случае возможен брак или массовое снижение качества оттисков за счет потускнения места тиснения.

Большое значение приобретает контроль *температуры*, так как от нее очень зависит качество тиснения. В настоящее время автоматически регулируется лишь температура плиты пресса, и привыкли считать, что температура штампа не отличается от температуры плиты, на которой он крепится. Однако замер температуры штампа в процессе тиснения тиража показал, что за счет теплоотдачи в материал крышки температура штампа уменьшается. Как видно из рис. 4.51, только спустя 5 мин (скорость работы пресса 20–25 цикл/мин) после начала тиснения, температура штампа устанавливается на определенном уровне и поддерживается на протяжении всей работы над тиражом. При остановках пресса, естественно, температура штампа повышается до первоначальной.

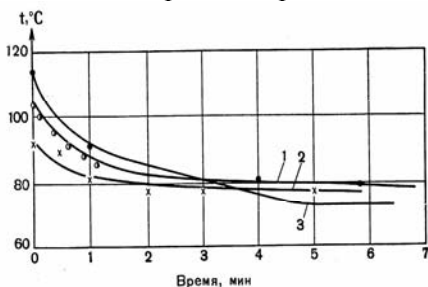


Рис. 4.51. Изменение температуры штампа в процессе тиснения тиража на переплетных крышках из разного материала: 1 — ледерин на картоне объемной массой  $0,68 \text{ г/см}^3$ ; 2 — коленкор на картоне объемной массой  $0,68 \text{ г/см}^3$ ; 3 — коленкор на картоне объемной массой  $0,78 \text{ г/см}^3$

температура штампа повышается до первоначальной.

Разность между первоначальной температурой штампа и температурой при установившемся режиме тиснения составляет  $15\text{--}35^\circ \text{C}$  в зависимости от материала крышки. Чем больше толщина и объемный вес картона крышки, тем больше поглощается тепло при тиснении, и разность температуры штампа до тиснения и

при установившемся режиме возрастает. В случае тиснения на коленкоре затрачивается больше тепла, чем при тиснении на ледерине. Следовательно, для поддержания одинакового режима во время тиснения на переплетных крышках, изготовленных из различных материалов, необходимо плиту прессы нагревать до различной температуры: для более толстого картона — больше, чем для тонкого; для коленкора — больше, чем для ледерина.

***Влияние параметров процесса на укрывистость и резкость тиснения цветной и металлической фольгой.*** С ростом температуры штампа степень укрывистости растет, достигая максимального значения в 100% (рис. 4.52), затем снижается. Увеличение температуры штампа ведет к увеличению скорости теплового движения макромолекул полимеров, что выражается в текучести полимера за меньшее время действия нагрузки. Это способствует повышению адгезии фольги к бумаге. Тепло от штампа вызывает размягчение не только связующего фольги, но и покрытия материала. Размягченное связующее фольги обволакивает частицы пигмента и при застывании прочно удерживается. Размягченное состояние связующего и покрытия при приложении необходимого давления обеспечивает хорошие условия для закрепления слоя фольги на поверхности материала. Если приложить меньшее давление, недостаточное количество фольги переходит на бумагу, а если большее — недостаточно размягченная фольга сначала за счет избыточного давления в большем количестве переходит на бумагу, но при увеличении температуры и достижения фольгой размягченного состояния превышающее давление выдавливает фольгу за границы плашки.

С увеличением давления полнота укрывистости возрастает по линейному закону. Повышение давления способствует разглаживанию микро- и макронеровностей бумаги, и фольга быстрее растекается по более гладкой поверхности и ложится ровнее. А также увеличение нагрузки повышает подвижность молекулярных образований в листе тиснения, что способствует увеличению адгезион-

ной прочности. Но избыточное давление приводит к выдавливанию фольги за края печатающих элементов.

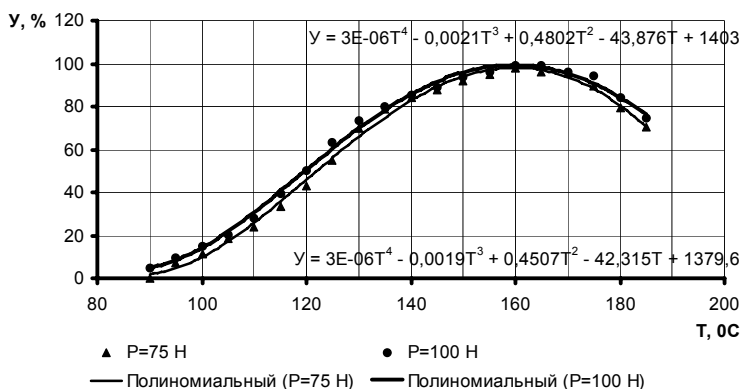


Рис. 4.52. Влияние температуры штампа на полноту укрывистости отиска

Увеличение температуры (после получения идеального отиска) вызывает падение резкости тиснения. Это выражается в том, что размеры штрихов на полученных отисках превышают размеры штрихов на форме. Тепло, передаваемое штампом материалу, проходя через подложку фольги, размягчает восковой слой, и красочный слой отделяется от подложки. Однако в результате излучения тепла штампом происходит отделение красочного слоя фольги и в пробельных местах, что снижает резкость тиснения.

С увеличением давления резкость тиснения падает. Под воздействием избыточного давления размягченная фольга выдавливается на пробельные элементы. Влияние давления на среднюю глубину выступов более заметно при больших температурах, т.е. когда связующее находится не в вязком, а в текучем состоянии и легко выдавливается с печатных элементов. При малых же давлениях именно рост температуры неблагоприятно сказывается на резкости штриховых элементов.

**Факторы, влияющие на закрепление фольги на отиске.** Для выбора оптимального режима тиснения фольгой на различных пере-

плетных материалах необходимо изучить основы взаимодействия фольги с материалами в процессе тиснения. В противном случае невозможно дать правильные рекомендации по выбору режимов тиснения, связующего фольги и переплетных материалов.

Все переплетные материалы условно делятся на две основные группы в соответствии с характером взаимодействия с ними фольги. К первой группе относят материалы без покрытия, либо с неплавкими покрытиями, обладающими значительной пористостью. Ко второй группе — материалы с термоплавким покрытием. Под термоплавкостью покрытия понимают способность его заметно изменять вязкость и деформационные свойства под действием температуры.

Закрепление фольги на пористом переплетном материале осуществляется, главным образом, за счет проникновения связующего фольги в поры материала. Естественно, что такой процесс протекает при соответствующих условиях, т.е. при максимальном контакте поверхности фольги с поверхностью переплетного материала и изменении вязкости связующего фольги, так как в обычных условиях красочный слой представляет собой твердое тело.

Максимальный контакт фольги с переплетным материалом достигается за счет давления, создаваемого в процессе тиснения на позолотных прессах. При этом картон деформируется, и фактура материала сглаживается тем эффективнее, чем пластичнее переплетный материал. Исследования различных типов ткани показали, что наиболее пластичными являются ткани из хлопкового волокна и наименее — из вискозного. Материалы из вискозы, приобретая значительную деформацию под давлением, легко теряют ее при снятии нагрузки. Это приводит к тому, что закрепившийся на поверхности материала красочный слой фольги при тиснении на готовой крышке имеет просветы за счет разрыва пленки при восстановлении размеров волокон материала.

Для получения высококачественного оттиска фольгой материал должен обладать способностью к деформации, т.е. величина его деформации при тиснении должна обеспечивать полный контакт со слоем фольги. При снятии нагрузки материал не должен полностью восстанавливать свои размеры. Как показали исследования, оста-

точная деформация материала должна составлять не менее 15%. При меньшем значении деформации возможен разрыв красочного слоя после снятия нагрузки. Связующее фольги представляет собой в обычных условиях твердое вещество. С увеличением температуры вязкость его изменяется. Под действием внешней нагрузки в процессе тиснения слой связующего деформируется и становится в известной степени подвижным [25]. Изменение деформируемости связующего фольги при изменении температуры и давления происходит так, как у большинства аморфных высокополимерных

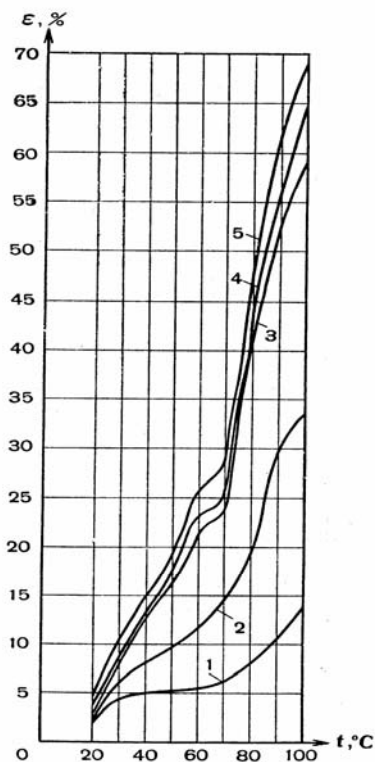


Рис. 4.53. Термомеханические кривые для пленки поливинилацетатной дисперсии при давлении, кгс/см<sup>2</sup>: 1—2; 2—50; 3—100; 4—200; 5—300

материалов (рис. 4.53). Например, у пленки поливинилацетатной дисперсии температура стеклования составляет около 15° С, а температура текучести в зависимости от приложенного давления находится в пределах 30–60° С. Область между указанными температурами характеризует высокоэластическое состояние связующего фольги, когда оно имеет значительную величину деформации, но не обладает текучестью, необходимой для проникновения связующего в поры материала. Чтобы связующее проникало в поры материала с целью лучшего закрепления, необходимо создать условия для снижения вязкости связующего, т.е. повысить температуру, давление или взять связующее с более низкой температурой текучести.

Изучение влияния величины приложенного давления на качество оттисков фольгой на впитывающих материалах (напри-

мер, на коленкоре) показало, что с увеличением давления в первые периоды прочность закрепления фольги на материале возрастает (табл. 4.8). При весьма значительном увеличении давления прочность закрепления остается практически неизменной. Однако при очень большом давлении, приложенном при тиснении на переплетной крышке, возможно разрушение материала.

Если увеличивать давление тиснения, то происходит значительное углубление штампа в материал крышки, благодаря чему создается контакт слоя фольги не только по месту очка штампа, но и по его граням. Слой фольги отделяется от подложки и закрепляется на материале за пределами рисунка, т.е. снижается четкость изображения, следовательно, и качество оттиска (табл. 4.8).

*Таблица 4.8*

**Изменение качества оттиска фольгой на коленкоре  
при изменении приложенного давления**

Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Остаточная деформация, мм	Четкость очка в группах	Прочность закреп- ления, циклы на истирание
40	0,02	4	—
95	0,07	4	4
140	0,09	3	8
165	0,10	3	15
195	0,12	3	17
260	0,17	2	20

Увеличение температуры штампа оказывает также значительное влияние на качество полученного оттиска фольгой, так как растет прочность закрепления фольги на материале, достигая при 100° С наибольшего значения, после чего остается неизменной, а в большинстве случаев падает. При увеличении температуры штампа выше 200° С переплетный материал разрушается и отстает от картона крышки. При температуре выше 120° С резко падает четкость очка изображения, что также объясняется переходом фольги на материал за пределами очка рисунка, по граням штампа (табл. 4.9).



Падение прочности закрепления фольги при увеличении температуры штампа выше 140° С объясняется тем, что при такой температуре резко падает вязкость связующего фольги, и оно проникает в поры материала, а пигмент остается на поверхности без достаточного закрепления. Поэтому при определении оптимальных режимов тиснения необходимо учитывать, что увеличение температуры штампа может привести к резкому снижению прочности закрепления красочного слоя на поверхности материала.

*Таблица 4.9*

**Изменение качества оттиска фольгой на колленкоре при изменении температуры штампа**

Температура штампа, град.	Четкость очка, группы	Прочность закрепления, циклы на истирание
80	5	—
100	4	8
120	3	15
140	2	15
160	1	9
210	1	2

Свойства связующего должны быть такими, чтобы при минимальной температуре штампа обеспечивалась высокая прочность закрепления фольги на материале. Минимальной температурой штампа при тиснении фольгой нужно считать такую, при которой плавится восковой слой фольги. Воскосмоляной слой, используемый для этой цели при изготовлении отечественной фольги, плавится при 55–60° С. Расчет температурных полей в слоях материала при тиснении фольгой показал, что такая температура воскосмоляного слоя достигается при температуре штампа 100° С. При этом красочный слой фольги имеет температуру 45° С, а значит и малую текучесть. Для повышения его текучести необходимо приложить значительное давление.

Более сложен механизм взаимодействия слоя фольги с материалами с термопластическими покрытиями, закрепление красочного слоя фольги на переплетном материале с термопластическим покрытием осуществляется за счет адгезии [25]. При создании сил адгезии основную роль играет диффузия участков макромолекул связующего фольги в слой покрытия и, главным образом, подвижность цепей этих молекул, возрастающая в определенных условиях и позволяющая значительно увеличить силы взаимодействия двух полимерных материалов (связующего фольги и покрытия переплетного материала). В данном случае необходимо наличие одинаковой полярности двух склеивающихся полимеров (оба должны быть полярными или неполярными). Изучение термомеханических кривых полимерных пленок, используемых в настоящее время для покрытия переплетных материалов, позволило установить основные закономерности взаимодействия фольги с материалами. Наиболее распространенным полимером, используемым для переплетных материалов, является нитроцеллюлоза, представляющая собой жесткоцепной полимер. Применение нитроцеллюлозы в чистом виде невозможно, так как подвижность макромолекул полимера крайне низкая, что не позволяет получить качественного покрытия из-за большой его жесткости и хрупкости, а также не обеспечивает необходимых условий взаимодействия пленки с полимером связующего фольги.

Введение в состав покрытия переплетного материала пластификатора позволяет значительно изменить его свойства. При повышении температуры пленка последовательно переходит от стеклообразного состояния к высокоэластическому и вязкотекучему состояниям. Увеличение давления при деформации сдвигает указанные участки в область более низких температур.

Увеличение количества пластификатора в составе пленки также резко переводит температуру стеклования  $T_c$  и температуру текучести  $T_t$  в область более низких температур, так как введение в пленку высокополимера низкомолекулярного пластификатора делает макромолекулы более подвижными. В процессе пластификации моле-

кулы низкомолекулярного вещества распределяются между пачками или внутри пачек высокополимерного материала, в результате резко снижается вязкость и возрастает подвижность молекул материала.

Необходимо правильно выбирать свойства пленок с целью получения высококачественных оттисков фольгой. Термомеханические кривые в этом случае являются основным инструментом для изучения процесса тиснения.

Во время тиснения фольгой происходит взаимная диффузия макромолекул или их звеньев связующего фольги и полимера покрытия. Доказательством этому может служить опыт, в котором красочный слой фольги был приведен в плотный контакт с покрытием переплетного материала при комнатной температуре. С течением сравнительно непродолжительного времени (8–10 мин) замечено прочное взаимодействие этих двух слоев по месту контакта (очко штампа).

Однако столь длительное время, необходимое для взаимной диффузии макромолекул, неприемлемо в массовом производстве. Поскольку имеющиеся позолотные прессы работают со скоростью 25–30 цикл/мин, необходимы такие условия проведения процесса, при которых время взаимодействия фольги и материала составляло бы 0,3 с (примерно среднее время контакта штампа с переплетной крышкой). Значительное снижение времени можно компенсировать, прежде всего, увеличением температуры штампа и повышением давления тиснения, так как оба эти фактора снижают время стеклования полимера покрытия. Если взаимодействие двух полимерных пленок при комнатной температуре объясняется тем, что полимер покрытия при этой температуре находится в высокоэластичном состоянии, то и при повышенной скорости процесса необходимо обеспечить это состояние полимера.

Как указывалось, при тиснении штампом, нагретым до 100° С, температура в слое фольги составляет 40–45° С, а в покрытии переплетного материала 35–40° С. Если учесть, что при работе прессы температура штампа снижается на 25–35° С, то можно предположить, что температура в покрытии переплетного материала достигнет лишь 30–35° С.

По мере увеличения скорости процесса температура стеклования материала возрастает и лишь с повышением температуры штампа подвижность макромолекул полимерного покрытия снова увеличивается. Такое же явление наблюдается при повышении давления тиснения.

Для подтверждения этих предположений параллельно с изучением термомеханических кривых полимерных покрытий были проведены испытания величины адгезии слоев связующего и покрытия материала при тех же режимах взаимодействия и качества получающегося оттиска фольгой на материале с нитроцеллюлозным покрытием. Результаты, приведенные в табл. 4.10, подтверждают, что увеличение температуры штампа позволяет повысить прочность закрепления фольги на переплетном материале до известного предела, после которого прочность почти не увеличивается. Дальнейшее повышение температуры может привести к разрушению покрытия материала.

*Таблица 4.10*

**Изменение качества тиснения фольгой на нитроцеллюлозном покрытии с изменением температуры штампа**

Температура штампа, град.	Температура в слое покрытия, град.	Качество оттиска	
		четкость очка группы	прочность на истирание, цикл
80	35	4	15
100	45	4	20
120	50	3	20
140	55	3	20
160	60	2	19
180	65	1	20
200	70	1	20

Необходимо отметить, что при отделке материалов с полимерным покрытием качество тиснения снижается из-за подплавки фольги за пределами очка штампа. Если при тиснении на пористых мате-

риалах слой фольги за границами рисунка лишь пачкает материал и легко счищается при прикосновении, то при тиснении на полимерном покрытии этот слой может закрепиться очень прочно и снять его крайне затруднительно. Поэтому, как видно из табл. 4.9 и 4.10, повышение температуры и давления приводят к снижению четкости изображения. Это происходит за счет чрезмерной подвижности молекул покрытия в этих условиях тиснения. Оптимальным режимом процесса, очевидно, может считаться такой, при котором достигается максимальная (или необходимая) прочность закрепления фольги на материале при максимально возможной четкости очка рисунка.

Очевидно, что для получения высококачественного оттиска фольгой на переплетном материале свойства покрытия материала должны быть такими, чтобы при оптимальных режимах тиснения он находился в высокоэластическом состоянии. Увеличение подвижности макромолекул до вязкотекучего состояния приведет либо к браку при тиснении из-за значительного снижения четкости очка рисунка, либо вызовет необходимость изменения режимов тиснения, что не всегда возможно.

*Таблица 4.11*

**Изменение качества тиснения фольгой на нитроцеллюлозном покрытии с изменением приложенного давления**

Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Остаточная деформация, мм	Качество оттиска	
		четкость очка группы	прочность на истирание, цикл
115	0,08	4	10
165	0,10	3	25
200	0,13	3	35
225	0,14	3	40
260	0,17	2	45
315	0,20	2	45
350	0,22	1	60

Температура стеклования полиамидного покрытия также, как и температура текучести, ниже чем у нитроцеллюлозного покрытия с

55% пластификатора (оптимальное количество пластификатора). Эти же значения температур для пленки из латекса лежат еще в более низкой зоне.

Можно предположить, что в одинаковых условиях тиснения четкость очка рисунка резко снизится на полиамиде и, тем более, на пленке из латекса. Испытания показали, что на нитроцеллюлозной пленке четкость оттиска соответствует 4-й группе, на полиамидном покрытии 3-й, на латексном — 1-й группе.

Для получения высококачественного оттиска фольгой на полиамидном и латексном покрытиях необходимо изменить режимы тиснения, снизив температуру и давление (табл. 4.11). Если для тиснения на полиамидном покрытии требуется снизить температуру штампа до  $80^{\circ}\text{C}$  (рабочая температура —  $60^{\circ}\text{C}$ , температура в слое полимерной пленки  $35^{\circ}\text{C}$ ), то для тиснения на латексном покрытии требуется снизить температуру штампа до  $60^{\circ}\text{C}$ . Однако при таком режиме работы красочный слой фольги не будет отделяться от подложки материала. Следовательно, тиснение фольгой на покрытиях, имеющих низкую температуру стеклования и текучести, практически не обеспечивает получение качественного оттиска или приводит к большим затратам труда по чистке крышек после тиснения.

Уменьшение давления при тиснении с целью снижения температуры стеклования невозможно, так как это может привести к неполному контакту слоя фольги с поверхностью материала и, следовательно, к плохой пропечатке оттиска. Сглаживание материала до 20 мкм, являющееся необходимым условием полного контакта слоя фольги с материалом, достигается при давлении 200–250 кгс/см<sup>2</sup>. Остаточная деформация всей крышки (включая и картон) составляет 0,08–0,15 мм, тогда четкость очка повышается. Таким образом, при выборе свойств связующего для полимерного покрытия переплетных материалов необходимо руководствоваться тем, чтобы оно находилось в высокоэластическом состоянии при температуре 35–45 $^{\circ}\text{C}$  и давлении 200–250 кгс/см<sup>2</sup>.

Связующее фольги, очевидно, в процессе тиснения должно находиться в вязкотекучем состоянии, так как в высокоэластическом состоянии не будет происходить взаимной диффузии макромолекул. Это подтверждается тем, что контакт при комнатной температуре

обеспечивает взаимную диффузию макромолекул связующего и покрытия только при значительном давлении, превышающем давление, необходимое для полного контакта двух пленок. Поливинилацетатная эмульсия, используемая в качестве связующего, обеспечивает прочное взаимодействие его с покрытием нитроцеллюлозы при более низком давлении.

Прочность закрепления фольги возрастает не столь значительно при абсолютном увеличении давления, способствующего увеличению подвижности макромолекул, сколько при увеличении времени взаимодействия фольги с материалом. Поэтому для повышения прочности закрепления фольги на материале необходимо стремиться к созданию условий тиснения, при которых увеличится время взаимодействия фольги с материалом. В этом случае большой интерес представляет изучение условий тиснения на ротационном позолотном прессе.

Диффузионный характер взаимодействия фольги с покрытием переплетного материала подтверждается также изменением прочности закрепления фольги с увеличением времени взаимодействия при тиснении нагретым штампом (табл. 4.12).

*Таблица 4.12*

**Изменение величины давления, необходимого для получения доброкачественного оттиска, при изменении времени контакта штампа с материалом крышки**

Наличие выстоя в процессе тиснения	Скорость работы пресса, цикл/мин	Время контакта, с	Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Прочность закрепления фольги, циклы истирания
С выстоем	100	0,22	328	16
	72	0,32	787	35
	48	0,50	605	50
	24	1,00	139	60
Без выстоя	100	0,08	325	4
	72	0,10	600–700	16
	52	0,16	600–700	16
	25	0,28	900–1000	35
	16	0,54	более 1000	35

При тиснении фольгой на ротационном прессе, где время контакта материалов между собой крайне мало, температура наряду с давлением оказывает существенное влияние на качество передачи изображения. Изменение скорости работы прессы в пределах от 50 до 100 цикл/мин не оказывает влияния на качество тиснения фольгой и не требует соответствующего изменения температуры [19]. Однако на практике была выявлена крайняя нестабильность результатов тиснения, что можно отнести за счет несовершенства фольги и непостоянства ее свойств в различных партиях и даже в рулонах одной партии. Это наводит на мысль о необходимости дополнительной проверки результатов исследований и создания нового типа фольги, у которой будут лучшие качественные результаты тиснения при повышенных скоростях процесса. Очевидно, что связующее фольги должно иметь низкую температуру текучести, что позволит проводить процесс тиснения на больших скоростях при достаточно хорошем качестве оттисков.

Результаты исследований и проверки их в производственных условиях позволили рекомендовать оптимальные режимы тиснения на переплетных крышках с покрытием из пористых и термопластических материалов (табл. 4.13), [13].

Таблица 4.13

**Рекомендуемые условия тиснения фольгой на корешке и сторонке переплетной крышки на прессах тигельного типа**

Элементы переплетной крышки	Остаточная деформации, мм	Температура штампа, град.
	Для бронзовой фольги	
Сторонка	0,08–0,15	120–135
Корешок	0,05–0,10	120–130
	Для цветной фольги	
Сторонка	0,05–0,12	100–120
Корешок	0,05–0,08	100–110

Сорт *бумаги* существенно влияет на конечный вид тисненого фольгой изображения. Бумаги с 25- и 100-процентным содержанием



хлопка и другие пористые сорта могут сделать фольгу тусклой. Чтобы не ошибиться с выбором, можно проконсультироваться с поставщиком фольги, уточнив рабочую температуру фольги на текстурных бумагах. Если используется бумага из вторсырья, нужно учесть, что из-за высокого сжатия волокон этого материала при тиснении больших площадей требуется пресс со значительно большим максимальным усилием (тоннажем), чем при тиснении обычной бумаги. Поэтому часто возникают проблемы при тиснении на бумаге из вторсырья: уменьшение глянца и низкая разрешающая способность. Кроме того, важно помнить, что из-за высокой абразивности таких бумаг срок жизни клише значительно сокращается, что первоначально выражается в исчезновении четкости и мелких деталей. Следует помнить, что цветовой тон бумаги может оказывать влияние на тон некоторых сортов фольги.

В процессе получения изображения способом холодной *припрессовки фольги к материалу* к запечатываемому материалу приклеивают металлизированный слой специальной фольги. Процесс холодной припрессовки фольги к материалу включает следующие основные этапы:

- нанесение на запечатываемый материал клея или лака;
- ламинирование материала фольгой;
- активация клея или лака (сушка);
- деламинирование (разделение запечатываемого материала и фольги).

Клей наносится на полотно материала способами флексографской, высокой, трафаретной или офсетной печати. При ламинировании материала фольгой ее металлизированный слой переносится на покрытые клеем участки полотна, после чего производится деламинирование.

В настоящее время технология холодной припрессовки фольги реализована в двух вариантах: «сухом» и «мокром». При «сухом» тиснении активация (первичное отверждение) клея производится до припрессовки фольги, при «мокром» — после припрессовки. Более перспективной считается «мокрая» технология, поскольку при «су-

хой» ламинации сложнее определить параметры сушки (клей легко недосушить или пересушить), а также существуют проблемы совместимости разных типов клея и ВД-красок. Недостатком «мокрого» тиснения является высокое растискивание.

Холодная припрессовка фольги к материалу характеризуется:

- низкой стоимостью и малым временем изготовления инструментов (печатные формы значительно дешевле металлических штампов, время изготовления форм для разных способов печати составляет от нескольких минут до нескольких часов);
- возможностью нанесения металлизированного покрытия на термочувствительные материалы, например, на полимерные пленки и ламинаты;
- высокой скоростью процесса тиснения (отсутствуют потери времени на прогрев материала штампом);
- простотой и высокой точностью приводки изображения.

Основные *недостатки* — сложность технологии, высокие требования к качеству поверхности запечатываемого материала, низкая износостойкость оттисков, невозможность получения рельефного оттиска с фольгой. Недостатки холодной припрессовки фольги обусловлены, главным образом, особенностями взаимодействия клея и запечатываемого материала. Так, холодной припрессовке фольги не подлежат сильновпитывающие материалы, поскольку создать на их поверхности клеевую пленку требуемой толщины чрезвычайно сложно. Еще одним недостатком технологии является растискивание клея, ограничивающее разрешение тиснения.

Расходными материалами при холодной припрессовке фольги являются формные пластины, клей и фольга. Наиболее часто клей наносится с фотополимерных форм в секциях флексографской и высокой печати. Для изготовления форм следует использовать пластины средней и высокой твердости (твердость определяется типом запечатываемого материала).

Для холодной припрессовки фольги обычно используется УФ-клей. В устройствах «сухой» припрессовки применяется УФ-клей с катионным механизмом отверждения, в устройствах «мокрой» при-

прессовки — УФ-клей радикального отверждения. Для беспрепятственного нанесения клея запечатываемый материал должен иметь поверхностное натяжение 3842 дин/см. Повышение поверхностного натяжения может осуществляться путем обработки полотна коронным разрядом или нанесения праймера. Очень важным параметром является гладкость запечатываемого материала. Наилучшие результаты достигаются при работе с гладкими подложками, например на полимерных пленках или на бумагах с покрытием. Добиться хорошего качества тиснения на пористых, впитывающих клей материалах обычно чрезвычайно сложно. Облегчить работу с такими материалами поможет нанесение праймера. Важным требованием является чистота поверхности полотна — отсутствие на ней пыли и грязи.

При нанесении клея на красочный слой следует убедиться в их совместимости. Проблемы плохой адгезии часто возникают при «сухой» припрессовке по ВД-краскам, поскольку они плохо совместимы с катионным УФ-клеем. Улучшить адгезию клея к краске помогает праймер.

Фольга для холодной припрессовки является многослойным материалом, состоящим из пленочной основы, разделительного слоя, слоев цветного лака, мелкодисперсного металла или пигмента и адгезионного. Для создания оригинальных оптических эффектов и защиты печатной продукции от подделок может использоваться голографическая фольга, включающая дополнительный слой с голографическим изображением. Фольга для «мокрой» припрессовки должна пропускать УФ-излучение, к фольге для «сухого» тиснения такого требования не предъявляется.

Наиболее часто клей наносится с фотополимерных форм в секциях флексографской и высокой печати. Для изготовления форм следует использовать пластины средней и высокой твердости (твердость определяется типом запечатываемого материала).

Способом холодной припрессовки фольги можно тиснить те материалы, которые не выдерживают нагрева, в частности, тонкие пленки, используемые для производства упаковки и этикеток. Одна-

ко фольга для холодной припрессовки — материал довольно прозрачный, некроющий, поэтому применять ее на прозрачных пленках можно далеко не всегда. С другой стороны, при использовании холодной припрессовки можно получить растриванное изображение и воспроизводить полутона. Эта технология позволяет более оперативно производить замену дизайна. Таким образом, использование холодной припрессовки целесообразно при небольших тиражах.

В то же время фольга для холодной припрессовки имеет некоторые ограничения по дизайну в связи с более легким, чем у горячего тиснения, отделением поверхностного слоя от основы.

Ограничимся рассмотрением процессов холодной припрессовки на узкорулонных машинах, поскольку сегодня это самый распространенный и эффективный способ производства этикеток и мелкой упаковки.

Для плоского горячего тиснения требуется специальная секция с упрочненной и утяжеленной станиной и особый штамп, часто изготовленный из бронзы и гравированный механическим путем или полученный химическим травлением магния или цинка. В узкорулонном производстве чаще используется ротационное горячее тиснение: здесь нужен дорогостоящий гравированный цилиндрический штамп. И в том, и в другом случае штамп нагревается до определенной довольно высокой температуры. Узкорулонная машина должна быть оснащена аппаратом для простой или циклической подачи фольги и удаления ее отходов.

Чтобы получить оттиск фольгой путем холодной припрессовки, нужна всего лишь дополнительная печатная секция для нанесения УФ-клея, УФ-сушильное устройство для его полимеризации и устройства для размотки и намотки фольги. Кроме того, холодная припрессовка фольги имеет еще ряд преимуществ:

- отсутствие необходимости в длительном обучении печатника;
- экономическая выгода в производстве даже небольших тиражей;
- более простой контроль совмещения изображений;
- более высокая производительность.

Процесс холодной припрессовки фольги показал хорошие результаты и уже применяется в промышленных масштабах. Чаще

всего используется оборудование следующих фирм: *Gallus, GiDue, Imer, Komori, Mark Andy, MPS, Nilpeter, Rotatex, Webflex Foil System*.

Технология холодной припрессовки фольги позволяет работать на высоких скоростях — до 150 м/мин, тогда как при горячем тиснении максимальная скорость втрое ниже — всего 50 м/мин.

Имеются ряд требований к печатной машине, на которой выполняется холодное тиснение:

- очень важно, чтобы прижимное или ламинирующее устройство располагалось сразу после печатной секции, в которой будет наноситься клеевой слой. Возможен ручной или пневматический прижим. Для того, чтобы избежать образования складок на фольге, расстояние между печатным аппаратом и устройством разделения должно быть не более 1 м. Запечатанная сторона не должна касаться промежуточных (холостых) валов между печатным цилиндром и прижимным устройством. В противном случае изображение будет смазано;
- изменять положение УФ-лампы не обязательно, но лучше поместить ее как можно ближе к ламинирующему устройству. Рекомендуется установить промежуточный валик непосредственно под УФ-лампой. В этом случае фольга будет прекрасно припрессована к материалу в момент полимеризации.

Главное отличие фольги для холодного и горячего тиснения состоит в том, что в структуру фольги для холодного тиснения входит клеевой слой, разрушающийся под действием УФ-излучения, в то время как в технологии горячего тиснения отделение поверхностного слоя от основы происходит вследствие температурного воздействия (т.е. клеевой слой разрушается при нагреве).

В производственной программе компании *Leonhard Kurz*, одного из крупнейших производителей фольги, имеются серии фольги для холодного тиснения *Luxor/Alufin KPW u Light Line KP*. Это материалы со специально разработанным легким отделением для нанесения клея на различные материалы при высокой скорости. Конечно, при использовании фольги с жестким отделением тиснение более чистое (особенно на тонких элементах), но в то же время есть риск неполного переноса фольги на поверхность материала.

Фольга из серии *Luxor/Alufin KPW* изготавливается в следующих оттенках: *Alufin*, *Alufin Matt*, 220, 232, 338, 385, 420, 428. По своему дизайну фольга *Light Line KP* различается как: *Laser Select G*, *SB Arrows*, *SB Dots*, *SB Neon Q*, *SB Reflex*, *LP Magma*, эти виды могут иметь оттенки *Alufin* или 385.

Следует иметь в виду, что результаты тиснения зависят от множества параметров, поэтому при выборе фольги и УФ-клея необходимо проводить пробное тиснение. По цене фольга для холодного и горячего тиснения находятся примерно в одном диапазоне.

При холодном тиснении используются **УФ-клеи** радикального отверждения, который можно наносить способами флексографской, высокой, офсетной или трафаретной печати. Поставщиками УФ-клея являются, как правило, крупные производители УФ-красок — такие, как *ANI*, *Zeller+Gmelin*.

Количество нанесенного клея должно быть в пределах от 2 до 5 г/м<sup>2</sup> в зависимости от свойств поверхности. Чем более шероховатый материал, тем больше лака необходимо нанести. В некоторых случаях для достижения хорошего результата может быть очень толстый слой. При флексографском способе нанесения клея необходимы анилоксовые валы с теоретическим объемом краски от 5 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> (для полипропиленовых и полиэтиленовых пленок) до 10 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> (для бумаги).

Для полимеризации ультрафиолетом используют лампы среднего или высокого давления. Необходимая мощность излучения зависит от скорости машины и особенностей ее конструкции. На практике можно рекомендовать мощность лампы от 100 до 200 Вт/см.

Нормальная скорость тиснения обычно 45–120 м/мин. При скорости менее 30 м/мин клей может быть переэкспонирован и его адгезии будет недостаточно для переноса фольги на поверхность материала. При скорости более 130 м/мин клеевой слой не успевает полимеризоваться и достичь необходимых физико-химических параметров. Рекомендованная твердость прижимного вала должна находиться в пределах 80–90 градусов по Шору. Низкое качество нанесения клея для холодного тиснения напрямую отражается на

результатах. На результаты тиснения также влияет угол отделения основы (лучше всего угол в 180°).

Фирма *Zeller+Gmelin* производит радикальный УФ-клей *Uvaflex UV L3-YL00ZB* для флексографии и *Uvalux UV U0821* для офсета. Недавно лаборатория этой компании выполнила серию тестов с использованием УФ-клея *Uvaflex u Uvalux*, фольги компании *Leonhard Kurz* и самоклеящихся материалов *Arcovert*. Наилучшие результаты (однородная плашка, четкие края графических элементов) были достигнуты при тиснении гладких невпитывающих или слабовпитывающих материалов — полимерных пленок и бумаг с глянцевым покрытием. При тиснении шероховатых бумаг края графических элементов получаются нечеткими, а плашки воспроизводятся неоднородными. Специалисты не советуют применять УФ-клей на бумагах без покрытия или некаландрированных бумагах.

Тесты показали, что при тиснении бумаги более вязкий УФ-клей для офсета позволяет получать лучшие результаты, чем УФ-клей для флексографии. Таким образом, можно сделать вывод о хорошей совместимости всех использованных материалов, которые комплексно поставляются группой компаний «Дубль В». Лаборатория фирмы *Leonhard Kurz* протестировала также большинство типов УФ-клея, представленных на рынке. Наилучшие результаты получены при использовании следующих видов:

- для флексографии — клей радикальной полимеризации *Foilbond UVH 00002* и *Foilbond TC* производства *ANI* и *Uvaflex UVL3-YL000ZA* фирмы *Zeller & Gmelin*;
- для офсетной печати — клей радикальной полимеризации *UV-adhesive UV Temp 204501* от *Michael Huber Munchen* и *Uvalux UV U0821* от *Zeller & Gmelin*.

**Особенности технологии припрессовки фольги к обрезам книжного блока.** Золочение обреза книжных блоков является самым старым и представительным видом отделки поверхностей обреза. Этот вид отделки обреза очень дорогой, так как производится только вручную. Он лучше всего соответствует требованиям в отношении защиты и эстетического оформления. Для качественного

нанесения листового (сусального) золота требуется специальная подготовка, а также навыки и опыт.

Позолоченный обрез применяется для редких переплетов ручного изготовления, библий, сборников церковных песнопений и дорогостоящих отдельных изданий, которые рассматриваются не как предметы пользования, а скорее, как предметы коллекционирования.

Вручную позолоченный обрез в технологической последовательности участков процесса обработки книжного блока выполняется редко. Золочение переднего обреза производится только после кругления. Нанесение золота на вогнутый передний обрез называется изготовлением вогнутого позолоченного обреза. Перед нанесением сусального золота на обрез его поверхность шлифуется лезвием шабера и наждачной бумагой, увлажняется раствором клейстера и болусом (рыжеватый глинозем + натуральная минеральная краска), а затем грунтуется яичным белком. Тончайшая золотая фольга толщиной в 8 мкм накладывается на белок и притирается агатовой выравнивающей косточкой. Позолоченным обрезом в настоящее время часто называется также обрез, покрытый фольгой со слоем чистого золота или металлизированной фольгой золотистого оттенка, который, в отличие от подлинного позолоченного обреза, может выполняться при помощи машины.

Выполнение подлинного позолоченного обреза и золочение поверхностей обрезков вручную требует очень больших затрат времени и денег. Этот процесс можно механизировать при использовании специальной фольги. Для *закраски обрезков* при помощи фольги применяется металлизированная фольга, подобная фольге для горячего тиснения, которая наносится при помощи так называемых машин для золочения обрезков.

Фольга из настоящего золота имеет толщину 1–2 мкм и состоит из нескольких слоев. На материал-основу сначала наносится разделительный слой воска, который обеспечивает отделение слоя металла. Золото наносится методом напыления в высоком вакууме. Метод позволяет наносить тонкий равномерный слой в 25–50 нм и эконом-



но расходовать золото. На слой золота наносится слой лака для склеивания. Под воздействием давления и температуры слой клея соединяет золото с поверхностью обреза.

При использовании фольги для имитации золота достигается почти такой же эффект, как и при использовании фольги из настоящего золота. Вместо него напыляется слой алюминия, который покрывается прозрачным лаком. Лак смешивается с желтоватой светостойкой краской, что придает ему золотистый оттенок.

Технология *механической закраски обрезов* при помощи фольги следующая. Блоки зажимаются специальными зажимами так, чтобы из зажимов выступали все три поверхности обрезков. Таким образом, одновременно могут обрабатываться все поверхности. Специальный зажим укрепляется на подвижной каретке, при помощи которой блок может подаваться на ленточный шлифовальный станок и в машину для золочения обрезков. Каждая поверхность обреза может поворачиваться вверх. На ленточном шлифовальном станке поверхность обреза, покрываемая золотом, полируется. Ленты шлифовальной бумаги длиной в несколько метров имеют различную зернистость: для предварительного шлифования — 180, для тонкого окончательного шлифования — 320. Образующаяся пыль отсасывается, затем обрез очищается щеткой.

На полированный обрез при помощи губки наносится грунтовка из смеси шеллака и метанола. После полного высыхания слоя блок подается в машину для золочения обрезков.

Фольга накладывается на обрез или с рулона проводится над обрезом. Каретка перемещается под валик с силиконовым покрытием, который нагревается до 200° С. Валик опускается на стапель блоков. Когда каретка проезжает под валиком, то под воздействием давления и температуры золото отделяется от фольги и переносится на поверхность обреза. При низкой температуре фольга сцепляется не полностью и отходит, после чего перенесенное золото протирается шелковой тряпкой. Таким же образом переносится не только фольга из настоящего золота, но и цветная и металлизированная фольга.

Для *автоматической закраски обрезков* при помощи фольги используются автоматы для золочения обрезков, в которых блоки авто-

матически полируются, и на поверхность обреза переносится золотая и цветная фольга. Для закрашки трех обрезов соединяются три автомата. Отдельные блоки или стапели непрерывно подаются в автомат, причем для защиты они с обеих сторон покрываются слоем картона. Поверхность закрашиваемого обреза располагается внизу. Блоки захватываются пластинчатым цепным транспортером, который проводит их через машину.

Поток блоков проходит над установленным неподвижно с наклоном ножом из твердого сплава, который снимает стружку около одной десятой миллиметра с кромок листов. В шлифовальной секции четыре шлифовальные ленты различной зернистости (180–400) полируют поверхность обреза. Ленты движутся вдоль и поперек направления транспортировки блоков. Посредством бокового контактного щупа, который приводится в действие проходящими блоками, производится установка шлифовальных лент. Образующаяся пыль удаляется при помощи щеток, вращающихся в противоположном направлении друг к другу, и отсасывается посредством пневмотранспортной установки всасывающего типа.

Грунтовка наносится при помощи валиков. Во время дальнейшей транспортировки блок нагревается с помощью инфракрасного излучения. Фольга с рулона подается к блоку снизу и прижимается силиконовым валиком, нагретым до 330–350° С. Красочный или металлический слой отделяется от материала-основы, который после этого наматывается на рулон.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните сущность явлений при блинтовом плоском тиснении изделий из бумаги и картона.
2. В чем особенности конгревного тиснения?
3. В чем особенности тиснения полиграфической фольгой?
4. Какие факторы влияют на качество тиснения?
5. Как зависит напряжение от деформации картона при тиснении?
6. Объясните кинетику процесса тиснения картона.
7. Как нагрузка влияет на остаточную деформацию?

8. Объясните зависимость остаточной деформации от температуры процесса.
9. Каким образом увлажнение влияет на процесс прессования?
10. Объясните влияние скорости на процесс.
11. Как влияют параметры процесса на качество бескрасочного (блинтового) тиснения на переплетных крышках?
12. Как влияют параметры процесса на качество тиснения цветной и металлической фольгой?
13. В чем особенности холодной припрессовки фольги к материалу?
14. В чем особенности припрессовки фольги к обрезам книжного блока?

#### 4.10. Оборудование и оснастка для тиснения

Оборудование для тиснения в соответствии со способами передачи изображений и принципом построения делится на плоскочечатное, ротационное и тигельное. Конфигурация оборудования включает самонаклад, собственно пресс для тиснения с фольговым аппаратом и приемное устройство. Фольговый аппарат может содержать до 12 рулонов фольги. Шаг подачи фольги может оптимизироваться и устанавливаться с помощью программного устройства, что экономит ее расход.

Для горячего тиснения фольгой используются тигельные, плоскочечатные и ротационные прессы. **Тигельные** прессы для горячего тиснения различаются в зависимости от характера движения тигля, который может перемещаться как прямолинейно, так и совершать сложное движение — в одной фазе качательное, в другой — прямолинейное. Тигельные прессы для тиснения могут включаться в состав печатно-отделочных линий или выполняться как операционные машины. Плоскочечатные прессы для горячего тиснения обычно строятся по стоп-цилиндровому принципу. Ротационные прессы отличаются наивысшей скоростью работы и вместе с тем требуют использования наиболее дорогих штампов. На практике для тиснения

фольгой достаточно часто применяются переоборудованные машины высокой печати.

В *плоскопечатной* машине для тиснения используются следующие основные рабочие элементы: плита-талер *1*, на которой крепятся нагревательная плита и рама со штампами, цилиндр *2*, несущий материал для тиснения, и фольговый аппарат *3* (рис. 4.54).

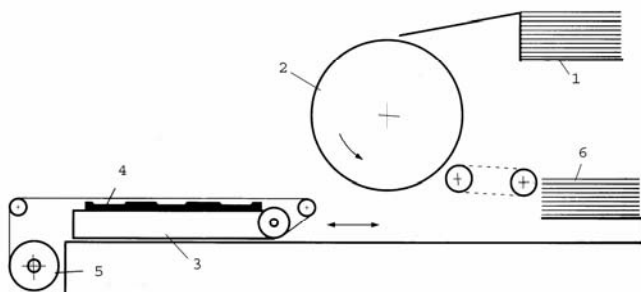


Рис. 4.54. Принципиальная схема плоскопечатной машины для тиснения фольгой: *1* — плита-талер, на которой крепятся нагревательная плита и рама со штампами; *2* — цилиндр, несущий материал для тиснения; *3* — фольговый аппарат

На рис. 4.55. представлен плоскопечатный пресс для тиснения фольгой.

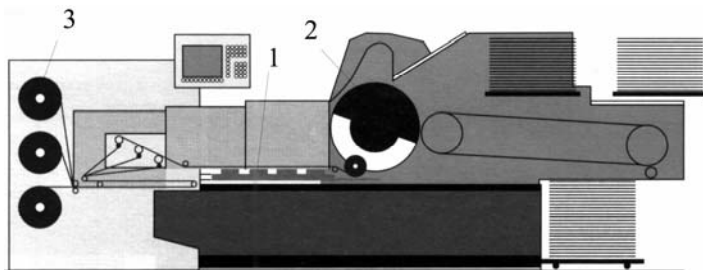


Рис. 4.55. Схема плоскопечатного пресса для тиснения фольгой PZ 90 фирмы Stauer: *1* — плитка; *2* — цилиндр; *3* — фольговый аппарат

В устройстве для тиснения контакт штампа и цилиндра происходит по узкой полосе, что исключает образование воздушных полостей. Короткий период контакта запечатываемого материала с цилиндром обеспечивает небольшую тепловую деформацию, что обеспечивает точную приводку. В то же время в связи с коротким временем контакта рабочих инструментов невозможно выполнить конгревное тиснение и получить глубокий рельеф. Недостатком данного прессы является наличие динамических нагрузок в механизме привода талера, приводящих к снижению производительности прессы, а также большая занимаемая площадь.

При *ротационном* принципе построения пресс содержит два рабочих цилиндра: печатный и формный (рис. 4.56). На формном цилиндре крепятся штампы, а на печатном — материал для тиснения.

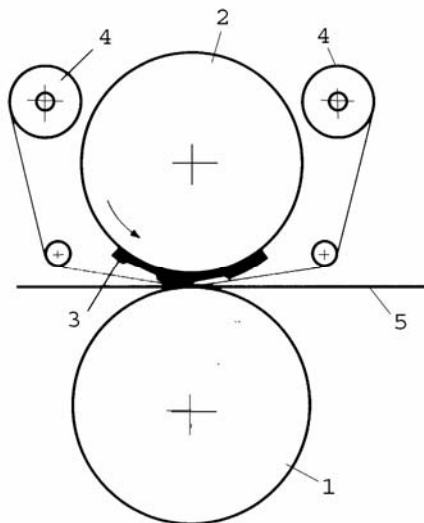


Рис. 4.56. Схема ротационной секции тиснения: 1 — печатный цилиндр; 2 — формный цилиндр с электронагревательным элементом; 3 — штамп; 4 — фольговое устройство; 5 — запечатываемый материал

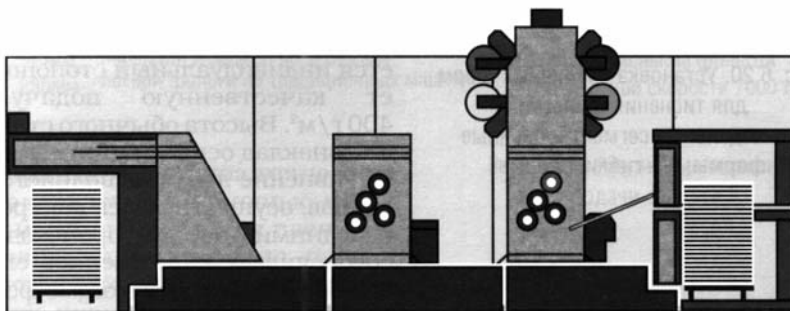


Рис. 4.57. Схема листового ротационного прессы для тиснения фольгой FOIL-JET FBR 104R фирмы Stauer

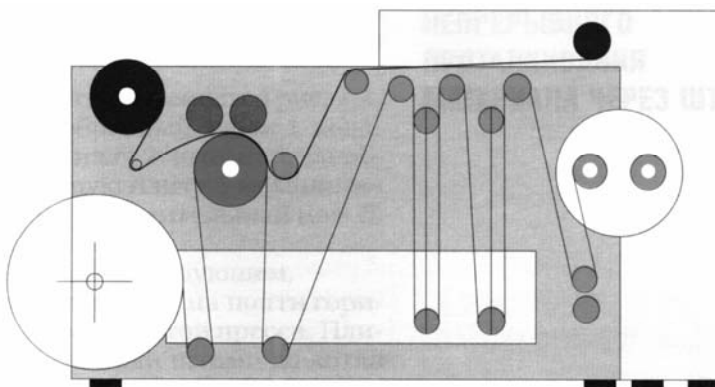


Рис. 4.58. Схема рулонного прессы для тиснения фольгой RPM 100 фирмы Stauer

По виду подаваемого материала ротационные прессы подразделяются на листовые (рис. 4.57) и рулонные (рис. 4.58). Листовые прессы содержат самонаклад и приемное устройство, которые могут иметь прибор для автоматической смены стапеля «нон-Стоп». Скорость движения запечатываемой ленты в рулонных прессах регулируется в пределах от 1 до 50 м/мин.

Что касается качества тиснения, ротационные прессы обладают такими же достоинствами и недостатками, как и плоскопечатные. В то же время вследствие ротационного принципа тиснения и непрерывного вращения цилиндров они имеют значительно меньшие динамические нагрузки в механизме привода рабочих органов и более высокую производительность. Ротационные прессы для тиснения строятся по линейному принципу и могут содержать от одной до нескольких секций для тиснения и печати, что расширяет их технологические возможности.

На ротационных машинах используются два типа форм для тиснения фольгой: отдельные сегментированные формы (рис. 4.59, *а*) и гибкие сплошные или составные (из отдельных полос) формы (рис. 4.59, *б*).

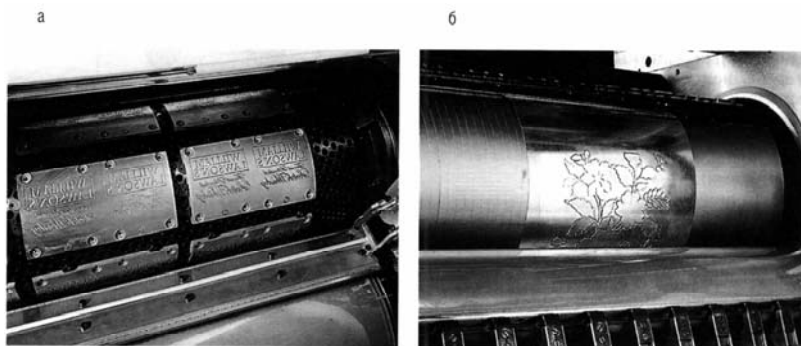


Рис. 4.59. Ротационные формы для тиснения: *а* — отдельные сегментированные формы; *б* — гибкие формы

Закрепление отдельных сегментированных форм на перфорированную (с отверстиями) рубашку цилиндра выполняется с помощью зажимных крючков или винтов. Комбинация отверстий на рубашке позволяет фиксировать формы в требуемом положении. Как правило, формы устанавливаются вне машины на специальную прилагодную тележку (рис. 4.60, *а*).

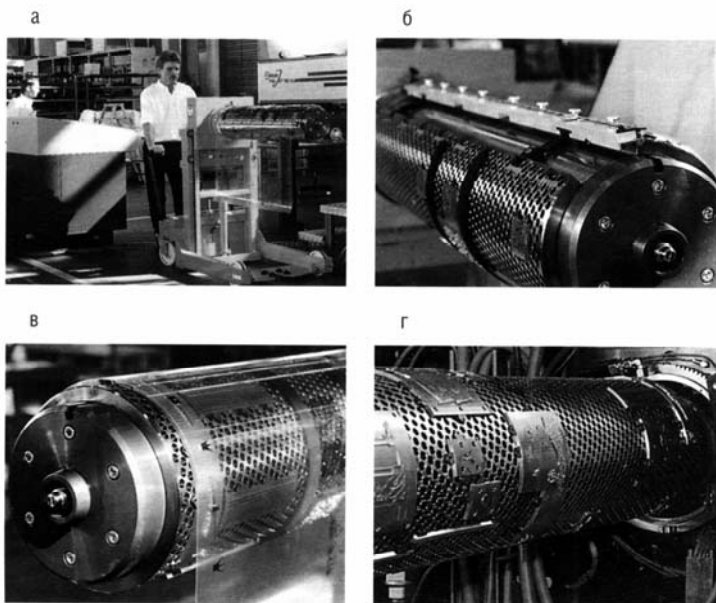


Рис. 4.60. Установка форм для тиснения вне машины: а — установка формы вне машины на специальную приладочную тележку; б — монтаж штампов на рубашке; в — удаление планки для натяжения пленки; г — правильное положение рубашки для фиксации ее в машине

Перед съемом и установкой рубашки приладочная тележка устанавливается по высоте. Штампы монтируются на рубашке при помощи приводочной пленки (рис. 4.60, б). Перед установкой цилиндра в машину планка для натяжения пленки снимается (рис. 4.60, в). Приводочная тележка позволяет получить правильное положение рубашки для фиксации ее в машине (рис. 4.60, г).

Гибкие сплошные формы или составленные из отдельных полос, могут достаточно просто и быстро устанавливаться непосредственно в машине. Натяжные планки устанавливаются на нерабочей части цилиндра.

*Тигельные машины или прессы* для тиснения имеют две рабочие плиты: тигель и талер.



Имеются прессы с качающимся тигелем и неподвижным талером (рис. 4.61). На талере крепится рама со штампами, а на плите тигеля крепятся матрицы и укладывается материал для тиснения.

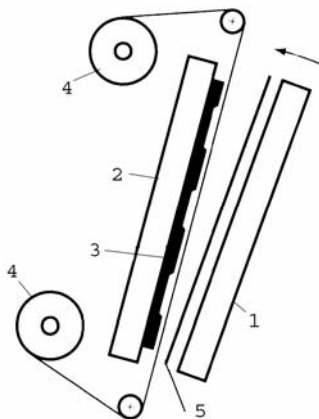


Рис. 4.61. Позолотный пресс с качающимся тиглем: *1* — качающаяся плита (тигель); *2* — неподвижная плита (талер); *3* — штамп; *4* — фольговое устройство (аппарат); *5* — лист

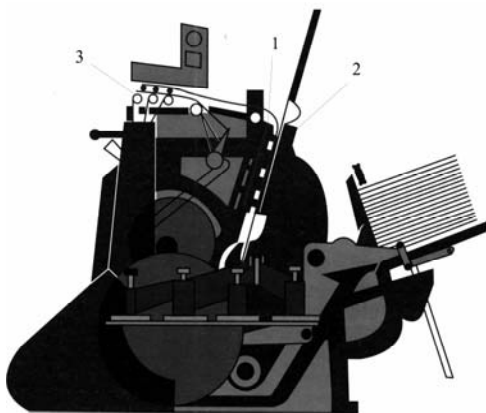


Рис. 4.62. Схема тигельного прессы для тиснения фольгой фирмы Steuer: *1* — качающаяся плита (тигель); *2* — неподвижная плита (талер); *3* — штамп

Другая разновидность тигельного пресса имеет горизонтально расположенные тигель и талер с вертикальным возвратно-поступательным перемещением одного из них (рис. 4.63, 4.64). Обычно талер располагается снизу, а тигель сверху. Причем на тигеле крепится нагревательная плита и рама со штампами, а на талере располагаются матрицы и материал для тиснения.

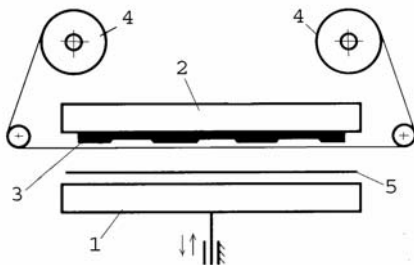


Рис. 4.63. Тигельный позолотный пресс: 1 — нижняя подвижная плита (стол) с талером; 2 — верхняя плита (тигель) с электронагревательным элементом; 3 — штамп; 4 — фольговое устройство (аппарат); 5 — лист

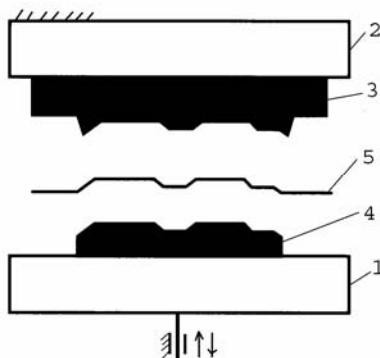


Рис. 4.64. Схема конгревного тиснения на тигельном прессе: 1 — нижняя подвижная плита с талером; 2 — верхняя плита (тигель) с электронагревательной плитой; 3 — штамп; 4 — матрица; 5 — лист с тиснением

Рассмотрим принцип построения тигельных прессов с горизонтально расположенными плитами на примере прессов фирмы *Bobst*. Эти прессы являются универсальными и предназначены для тиснения и высечки. Модуль питания лент фольги съемный и его можно, в случае необходимости, заменить рамами с выламывающими инструментами.

Главными специализированными частями на листовых тигельных прессах, предназначенных для тиснения, являются тигельный пресс и фольговый аппарат с его устройствами (рис. 4.65).

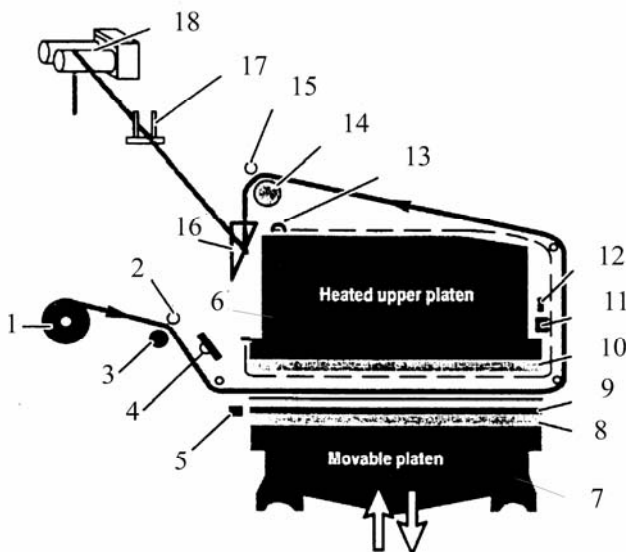


Рис. 4.65. Технологическая схема тигельного пресса для тиснения: 1 — рулон с фольгой на валу держателя (кронштейна); 2 — ведомые ролики; 3 — вал для размотки и подачи ленты; 4 — устройство для чтения голограмм; 5 — воздуховодные устройства; 6 — верхняя нагревательная плита (тигель); 7 — нижняя подвижная плита (стол); 8 — опорная плита; 9 — плита для тиснения (талер); 10 — рама (заклучная); 11 — устройство контроля обрыва фольги; 12 — боковая направляющая ленты; 13 — штанга; 14 — тянущий вал подачи; 15 — ведомые ролики (4); 16 — устройство для перемотки фольги; 17 — отделительные направляющие; 18 — щетки для удаления отходов фольги

Заключная рама для штампов может быть выполнена в виде сотовой рамы или рамы с нарезанными канавками. Сотовая рама (рис. 4.66) представляет собой специальное устройство для фиксации металлических штампов для рельефного тиснения и тиснения фольгой. Она состоит из магниевого сборного блока, содержащего ряд ячеек (отверстий). Штампы удерживаются на раме посредством крепежных крючков, вставленных в эти ячейки, и могут быть установлены точно.

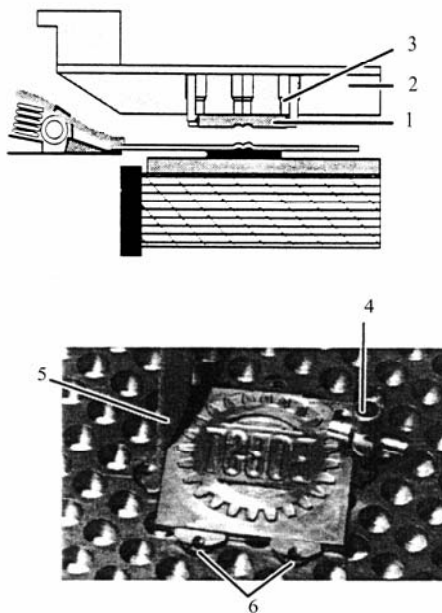


Рис. 4.66. Сотовая рама для крепления штампов: 1 — штамп для тиснения; 2 — рама; 3 — крепежный крючок; 4 — гаечный ключ для затяжки крючка; 5 — рычаг; 6 — крепежные крючки

Имеются сотовые рамы двух для 6,35 мм штампов (США) и 7 мм штампов (Европа).

Матрицы для тиснения устанавливаются на подставке 1, помещенной на нижней опорной плите 2 машины (рис. 4.67), которая из-

готовавливается из синтетического материала или из стали. Для получения необходимой толщины при выполнении тиснения фольгой и (или) рельефного тиснения используются несколько компенсационных плит.

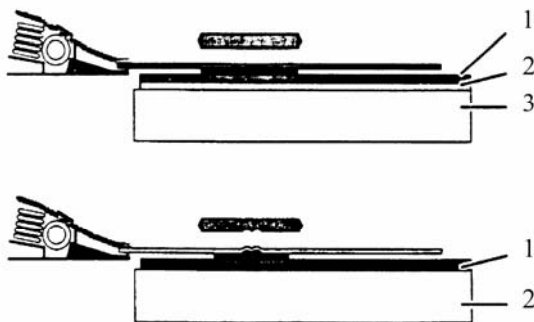


Рис. 4.67. Нижние элементы тигельного пресса: *а* — для плоского тиснения; *б* — для рельефного тиснения: 1 — подставка (плита для тиснения); 2 — нижняя опорная плита; 3 — компенсационные плиты

Листовые тигельные прессы оснащены нагретой верхней плитой. Эта плита разделена на 12 или 16 отдельных зон, каждая с набором нагревательных элементов и температурных датчиков (зондов). Температурные режимы могут соблюдаться для каждой отдельной зоны или для всех зон сразу. Система термостата держит точно установленную температуру на всех машинных скоростях.

Пресс также снабжен часами, входящими в систему программированного нагрева, которые устанавливают более низкую температуру при временной остановке машины.

В прессах используются навесная и скользящая система установки рулонов фольги. Сдвоенный осевой модуль позволяет подготавливать рулоны вне машины. Рулон фольги помещается на валу между двумя фланцами (рис. 4.68). Один фланец закрепляется опорной втулкой. Другой прижимает рулон фольги с помощью пружины.

Натяжение фольги обеспечивает фрикционный тормоз с ручным регулированием. Рулоны, имеющие ширину меньше чем 150 мм, могут быть установлены на одном держателе. Рулоны, имеющие ширину более чем 150 мм, устанавливаются между двумя держателями. Минимальная ширина рулонов для установки между двумя держателями следующие: 80 мм с однодюймовыми втулками рулонов; 100 мм с трехдюймовыми втулками.

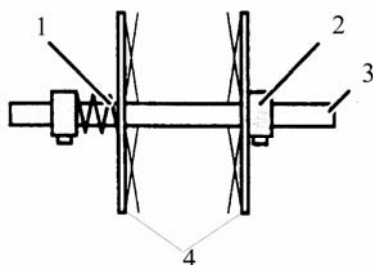


Рис. 4.68. Вал с фланцами:  
1 — пружина; 2 — стопорная втулка; 3 — вал; 4 — фланцы

Фольга проходит по одному из двух или трех разматывающих подающих валов, каждый из которых приводится двигателем. Ленты проводятся через систему фольгонаправляющих стержней вокруг верхней плиты к тянущему (протягивающему) валу. Ведомые ролики прижимают полосы к разматывающим подающим валам. На выходе тигельного пресса установлен комбинированный воздуходушный модуль для отрыва фольги от оттиска и торможения листа. Имеется также устройство контроля обрыва фольги, которое соединено с акустическим устройством аварийной сигнализации, и разделяющие ножи для продольной резки.

Устройство удаления фольги включает модуль вращающихся круглых щеток, которые направляют отработанную фольгу в измельчитель. Измельченная фольга выводится из машины пневмотранспортером. Вместо модуля щеток может быть установлено устройство для перемотки отработанной фольги в рулоны. Позиция голограммы при тиснении определяется путем считывания приводочной метки, фотоэлементом, расположенным на выходе тигельного пресса.

Современные машины снабжаются электронными системами управления, который включает экран и клавиатуру, допускающие диалог человека с машиной. Главными функциями системы управления являются:

- запоминание (хранение) данных о работе машины;
- передача в память изменений данных в машине;
- консультация и редактирование данных: температуры, продвижения фольги и т.д.;
- наблюдение и контроль над технологическим процессом и состоянием узлов машины;
- индикация места и причины неисправностей в машине;
- вычисление шага подачи фольги.

#### ***Флексографская машина для холодной припрессовки фольгой.***

В настоящее время все ведущие производители узкоролонных печатно-отделочных линий оснащают свое оборудование устройствами для холодного тиснения фольгой. Разработаны и универсальные устройства, которые могут устанавливаться на машины различных производителей.

Устройство для холодного тиснения фольгой должно включать печатную секцию для нанесения клея, устройство проводки фольги, ламинатор и сушилку. При «сухой» припрессовке сушилка должна располагаться между печатной секцией и ламинатором, при «мокрой» — между ламинатором и точкой разделения полотен. Расстояния между печатной секцией, ламинатором, сушильным устройством и устройством разделения полотен оказывают влияние на качество тиснения. Их величина зависит от скорости движения полотна, которая может достигать 120 м/мин и выше.

Для стабилизации процесса припрессовки путь полотна запечатываемого материала от печатной секции до валика, разделяющего полотна, следует делать прямым. Чем больше поворотов совершает полотно и чем с большим числом лентоведущих роликов контактирует, тем сложнее контролировать процесс припрессовки. Важным условием высокого качества припрессовки является контроль натяжения полотен.

Ламинатор состоит из пары не имеющих собственного привода валиков, один из которых имеет твердую поверхность, другой — эластичную. Для качества тиснения очень большое значение имеет угол между полотнами перед их соединением. Считается, что он

должен быть минимальным, но полотна не должны касаться друг друга, иначе между ними останутся пузырьки воздуха.

Мощность сушильного устройства во многом определяет скорость припрессовки. При «мокрой» припрессовке УФ-сушилка должна иметь повышенную мощность (не менее 120 Вт/см), так как часть света поглощается фольгой. Следует использовать сушильные устройства с регулируемой мощностью.

Разделение полотен выполняется с использованием стального валика с гладкой поверхностью. Рекомендуемый диаметр валика — 50 мм. Фольга должна отделяться от запечатываемого материала под углом 90°.

УФ-лак наносится на поверхность материала, затем активируется ультрафиолетовыми лучами, после чего на него наносится фольга для холодного тиснения (рис. 4.69). В тех местах поверхности, на которые был нанесен и активирован УФ-лучом УФ-лак, фольга для холодного тиснения отделяется от несущего слоя и переносится на запечатываемую поверхность.

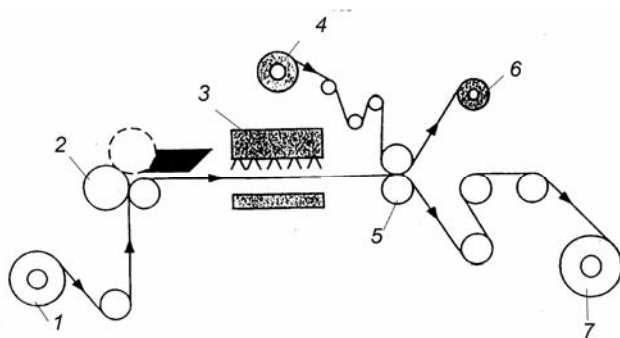


Рис. 4.69. Холодное тиснение на флексографской машине: 1 — рулон материала; 2 — устройство нанесения УФ-лака; 3 — УФ-сушильное устройство; 4 — рулон фольги; 5 — ротационное устройство для тиснения; 6 — рулон с подложкой фольги; 7 — рулон запечатанного материала

**Офсетная машина для холодное тиснения.** (рис. 4.70). При использовании офсетного оборудования фольга для холодного тис-



нения переносится на поверхность сразу после нанесения УФ-лака. УФ-лучи проходят через несущий слой фольги, что приводит к затвердеванию клеевого слоя. В заключении несущий слой отделяется от подложки.

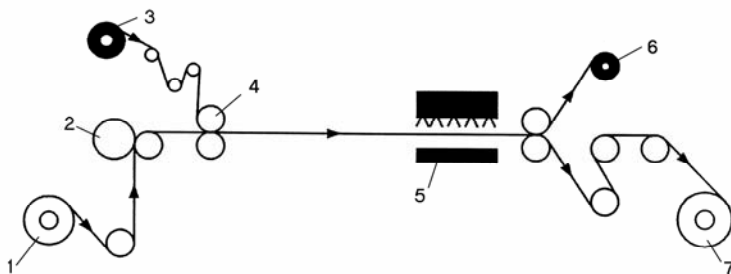


Рис. 4.70. Холодное тиснение на офсетной машине: 1 — рулон материала; 2 — устройство для нанесения УФ-лака; 3 — рулон фольги; 4 — устройство ротационного тиснения; 5 — УФ-сушильное устройство; 6 — намоточное устройство с рулоном основы фольги; 7 — рулон материала, тисненный фольгой

У каждого типа прессов есть свои преимущества и недостатки, которые рассмотрены в табл 4.14.

Таблица 4.14

### Преимущества и недостатки прессов для тиснения

Типы прессов для тиснения	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Тигельные прессы с качающимся тиглем	Высокое давление. Хорошее качество при глубоком конгревном тиснении. Возможно тиснение на гибких и жестких материалах любой толщины. Малые габаритные размеры. Малая занимаемая площадь	При тиснении плашки образуется воздушная подушка, мешая пропечатывать фольгу равномерно по всей площади (требуется корректирующая выкладка под клише). Имеют ограничения по формату (максимальный формат — А3). Длительный период контакта запечатываемого материала со штампом обеспечивает большую тепловую деформацию, что не обеспечивает точную приводку. Динамические нагрузки вследствие возвратного движения плиты прессы приводят к снижению производительности прессы

Окончание таблицы

1	2	3
Плоско-цилиндрические прессы	<p>При тиснении опорный цилиндр накатывает плавно, вытесняя воздушную подушку и позволяя равномерно запечатывать фольгой большие площади плашки. Большой выбор форматов. Хорошая приводка. Надежный самонаклад, как для тонких этикеточных бумаг, так и для упаковочного картона</p>	<p>Возможна нехватка давления для глубокого конгревного тиснения на картоне. Невозможно использовать жесткие матрицы при конгревном тиснении</p>
Вертикальные тигельные прессы	<p>Большой формат тиснения. Хорошие результаты конгревного тиснения на любых глубинах благодаря высокому давлению и длительному времени контакта штампа с материалом. Возможно тиснение на гибких и жестких материалах любой толщины. Невозможно деформирование материала и дробление оттиска. Малые габаритные размеры. Малая занимаемая площадь.</p>	<p>Работа с тонкой бумагой проблематична, хотя для последних моделей это возможно. Возможна воздушная подушка при тиснении плашки. Прерывистый процесс тиснения снижает производительность. Длительный период контакта запечатываемого материала со штампом обеспечивает большую тепловую деформацию, что не обеспечивает точную приводку. Контакт штампа и материала происходит по всей плоскости тиснения, что ведет к образованию воздушных полостей. Динамические нагрузки вследствие возвратного движения плиты прессы приводят к снижению производительности прессы</p>
Ротационные прессы	<p>Непрерывный процесс тиснения повышает производительность. Малая занимаемая площадь. Малые габаритные размеры. Возможно тиснение на жестких материалах. Контакт штампа и цилиндра происходит по узкой полосе, что исключает образование воздушных полостей. Короткий период контакта запечатываемого материала с цилиндром обеспечивает небольшую тепловую деформацию, что обеспечивает точную приводку. Меньшие динамические нагрузки вследствие ротационного принципа тиснения, что приводит к повышению производительности прессы. Возможно включение в отделочную линию</p>	<p>Возможно дробление оттиска. В связи с коротким временем контакта рабочих инструментов невозможно выполнить конгревное тиснение и получить глубокий рельеф</p>

Таблица 4.15

**Сравнение типов листовых позолотных прессов  
по видам работ**

Виды работ	Тигельный пресс с качающимся тигелем	Тигельный пресс вертикального типа	Плоскоцилиндровый пресс	Ротационный пресс
Тиснение на тонкой бумаге (от 60 г/м <sup>2</sup> )	+++++	+++	+++++	+++++
Тиснение на картоне	+++++	+++++	+++++	+++++
Тиснение на текстурной бумаге, картоне	+++++	+++++	++++	++++
Тиснение плашки	+++	++++	+++++	+++++
Тиснение микроизображений	++++	++++	+++++	+++++
Тиснение микроизображений + плашки	+++	+++++	++++	++++
Конгрев без фольги до 0,1 мм	+++++	+++++	++++	+++++
Конгрев без фольги до 0,5 мм	+++++	+++++	+++	+++++
Конгрев с фольгой за 2 прогона	++++	++++	++++	+++++
Конгрев с фольгой за 1 прогон	+++++	+++++	++	++
Конгрев с жесткой матрицей	+++++	+++++	+	+
Конгрев с подкладочным материалом	+++++	+++++	+++++	+++++
Блинтование	+++++	+++++	++++	+++++
Припрессовка голограмм с позиционированием +/- 0,5 мм	+++++	+++++	+++++	+++++
Тиснение нескольких изображений на одном листе с разной скоростью	+++++	+++++	+++++	+++++
Тиснение одновременно фольгой нескольких цветов на одном листе	+++++	+++++	+++++	+++++
Общая производительность	+++	+++++	++++	+++++
Тиснение одновременно разными фольгами под разные температуры	+++++	+++++	+++++	+++++

В табл. 4.15 основные возможности прессов для тиснения в зависимости от типа описаны по шкале из пяти плюсов, где максимальное число плюсов обозначает максимальную совместимость машины с выбранным видом работ.

Нельзя назвать все пункты в таблицах 4.14 и 4.15 идеально отражающими возможности прессов, но по информации сотрудников типографий, таблица достаточно объективна.

Конечно, определить заранее все виды работ, которые будут запускаться на выбранном прессе для тиснения, — задача трудная. В современной среде выигрывает наиболее быстро адаптирующееся предприятие, способное перестроить работу в короткий срок.

### **Контрольные вопросы**

1. Классифицируйте прессы для тиснения.
2. Опишите плоскочечатные прессы для тиснения и их оснастку.
3. Перечислите преимущества и недостатки плоскочечатных прессов для тиснения. В какой области они применяются?
4. Опишите тигельные прессы для тиснения и их оснастку.
5. В чем преимущества и недостатки тигельных прессов для тиснения, в какой области они применяются?
6. Опишите ротационные прессы для тиснения и их оснастку.
7. В чем преимущества и недостатки ротационных прессов для тиснения, в какой области они применяются?
8. Расскажите о работе флексографской машины для холодного тиснения.
9. Расскажите о работе офсетной машины для холодного тиснения.
10. Каким образом выбирают пресс для тиснения?

## 5. ФЛОКИРОВАНИЕ

### 5.1. Сущность, история и области применения флокирования

**Флокирование** представляет собой процесс нанесения текстильного волокна (флока, ворса) на поверхность материалов.

Различные технологии флокирования предъявляют разные требования к сыпучести, проводимости и летучести флока. В зависимости от требований к готовому флокированному изделию, в процессе его производства придаются специальные свойства, например: устойчивость к механическому воздействию, к воздействию света, воды, растворителей, моющих средств, к перепадам температуры и многое другое. Производство флокированного продукта, который удовлетворял бы предъявляемым требованиям и в то же время обладал бы приемлемой ценой, требует, наряду с оптимальной настройкой производства и тщательным выбором клея, тщательного выбора флока максимально подходящих параметров.

**Способ флокирования** состоит в следующем: на подложку наносится слой клея, и она помещается в электростатическое поле, в котором флок начинает движение и внедряется вертикально в клеевой слой. После сушки и чистки изделие готово к использованию.

Сегодняшнее применение флокирования не знает границ. Флокировать можно буквально все: металл, дерево, керамику, текстиль, бумагу, пластик. Нужно только правильно подобрать флок и клей под конкретную основу. В зависимости от конечного применения флок может быть из разных волокон: полиамид, вискоза, акрил, полиэстер, хлопок.

Флоковые покрытия имеют следующее назначение:

- препятствие образованию водного конденсата (крыши палаток, ангары, трейлеры);
- усиление крутящего момента без трения (сцепление в магнитофонах);

- механическая шумоизоляция;
- шумопонижение (флокированные стеновые панели);
- прекрасное скольжение (флокированный резиновый профиль);
- мягкость на ощупь (ручки инструментов);
- теплоизоляция и термическая стабильность (бигуди, печки для сауны);
- придание изделию и упаковке эксклюзивного, привлекательного внешнего вида.

Многие вещи в быту требуют защиты и аккуратного обращения и здесь на помощь приходят новые технологии. Флок может найти множество применений. За искусственными газонами из флора на балконах, террасах и верандах очень просто ухаживать. Вазы или статуэтки с флокированным дном не царапают мебель и пол, на текстильной основе они стоят устойчиво и не скользят. Современный потребитель предъявляет все более жесткие требования к качеству текстиля. Флок в состоянии придать любому текстильному изделию эксклюзивный внешний вид и вывести его на соответствующий уровень.

Флок создает дополнительный комфорт водителю: сиденья сшиты из флокированной ткани или из ткани на основе флокированной нити. Циркуляция воздуха между отдельно взятыми ворсинками позволяет материалу дышать. Даже невыносимая жара не превращает путешествие в долговременное посещение сауны.

Флокированные обивочные материалы для мебели отличаются высокой износостойкостью и легкостью в уходе. Большинство таких поверхностей и напольных покрытий легче чистить от загрязнений, чем другие текстильные материалы.

Флок делает текстиль гораздо привлекательней. В текстильной промышленности есть возможность получить интересные цветовые контрасты даже на темных основах. Благодаря более высокой укрывистости, ярким и устойчивым цветам флок во многом превосходит краску для печати по текстилю. Даже самый легкий текстиль можно флокировать. Повреждения, которые часто возникают при вышивке, в данном случае исключены. Рисунки имеют объемный внешний

вид. Немнущиеся, устойчивые к стирке флокированные ткани служат многие годы, не теряя внешней привлекательности.

Часто на спортивной одежде футболистов-профессионалов, гонщиков, теннисистов и игроков в гольф можно увидеть флокированные логотипы или рекламные слоганы.

Флок набирает популярность и при оформлении магазинов и офисов продаж. Напольные покрытия обладают сверхпрочной износостойкостью. Не случайно их можно встретить все чаще на сегодняшнем рынке. В экономике, в которой малые частные предприятия только начинают организовываться и много желающих работать и зарабатывать деньги, технология флокирования предоставляет массу возможностей, так как для начала можно использовать небольшие вложения. Можно сказать, что эта технология завоевала всемирное признание. Она будет развиваться и дальше.

**История флокирования** уходит корнями в античные времена. Еще до окончательного формирования письменности китайцы открыли технологию, предшествующую флокированию. В качестве клея они наносили смолу на текстильные изделия, затем насыпали натуральные волокна. Украшение предметов повседневного пользования и повышение на них цены было основной причиной возникновения флокирования. В XII в. монахи Нюрнбергского монастыря использовали технологию, аналогичную китайской. В качестве клея через деревянные шаблоны наносили лак. Природные волокна, растолченные в ступе, служили прототипом флока. Такой материал использовали для декорирования стен.

Затем на сотни лет искусство флокирования было предано забвению. Только в XIX в. во Франции эта технология стала возрождаться. Сегодня многие французские замки могут похвастаться королевским «эксклюзивом». Американские, а позднее и европейские инженеры вплотную занялись развитием флок-технологии в первой половине XX в. Модернизация оборудования, клеевых систем и открытие новых материалов для флокирования обеспечили возможность перехода к серийному производству.

В конце 40-х гг. XX в. электростатические флок-машины начали производить и в Германии. С их появлением на рынке стало разви-

ваться промышленное производство флокированных изделий технического и бытового назначения. 1981 г. — год основания Европейской Флок-Ассоциации. В ее состав вошли ведущие производители оборудования, флота и клея. Началось активное сотрудничество в области разработки новых технологий: проводились консультации, семинары по проблемам флокирования. Преимущества, которые создает эта новая технология, экономичные методы использования нового материала в многочисленных отраслях во многом заслуга Ассоциации, ее членов и учреждений, с ней сотрудничающих.

В табл. 5.1 показано применение флокирования в различных областях (Д — декоративный; А — акустический; Т — термический; О — оптический; М — механический эффекты).

Таблица 5.1

**Области применения и эффекты, получаемые с помощью флокирования**

Косметика					
флаконы	Д				
Бумажная промышленность					
велюровые обои	Д	А	Т		
картонажные изделия	Д	А			М
декоративная бумага	Д				
подарочная бумага	Д				
картины	Д				
бумажные полотенца	Д				М
буквы для рекламы	Д				
Упаковка					
из мягкого вспененного материала	Д				М
тесьма	Д				
для напитков	Д		Т		
самоклеящаяся пленка	Д				М
декоративная жестяная	Д	А			
Декоративные и рекламные предметы					
искусственные цветы	Д				
манекены	Д				
пасхальные яйца	Д				
елочные украшения	Д				
цветочные горшки					М

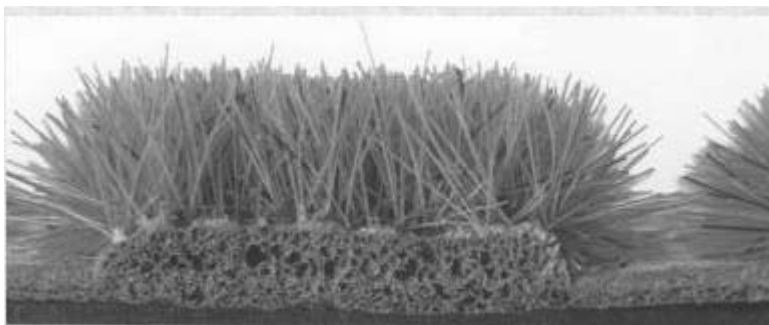


В дальнейшем расширится декоративное использование флока, так как уже сейчас дизайнеры очень часто обращаются к этой новой технологии. Скорее всего, возможности флокирования могут быть использованы и как способ решения технических задач.

## 5.2. Флок

**Флок** (ворс) представляет собой массу коротко нарезанных волокон определенной, заданной длины. Во многих языках это название обозначает коротко порезанные текстильные волокна для нанесения бархатных покрытий. Волокна для изготовления флока могут быть различны по своей природе. Во многих областях используются флокированные материалы на основе специальных текстильных материалов (рис. 5.1).

Выбор качественных критериев зависит от требований, предъявляемых к конечному продукту. Наиболее широко распространенные критерии — пространственная стабильность (сохранение формы) или сильная эластичность, устойчивость к разрыву, минимальная усадка, характер поведения при обработке относительно нетекстильной основы, средство к используемому адгезиву и т.д.



*Рис. 5.1.* Флокированный материал

Долгое время производители мало обращали внимания на использование отходов для производства флока, так как по отноше-

нию к общему объему производства это был сравнительно небольшой рынок. В результате довольно мало или практически ничего не было сделано для удовлетворения специальных потребностей отрасли. Производителям приходилось работать с отходами пряжи, что не являлось достаточно эффективным способом. В начале 70-х гг. Европейская промышленность разработала стандарты на качество флока и единое оборудование для его измерения и проверки. Стали внедряться методы, которые делали возможным приспособление характеристик флока к изменяющемуся спросу фабрик, окружающим условиям и технологии. Сегодня многие предприятия отрасли уже получили сертификат качества *ISO 9000 FF*.

Волокна для изготовления флока могут быть различны по своей природе. Для электрофлокирования наиболее распространены полиамидные, вязкозные, полиэфирные, акриловые и ацетатные.

**Полиамидный флок** производится из полиамида марок 6 (РА 6) и 6.6 (РА 6.6). Полиамид 6 плавится при температуре примерно 215–220° С, а 6.6 при температуре 255–260° С. Полиамид 6 мягче, чем 6.6, его легче окрасить, но он менее устойчив к УФ-излучению. Из полиамида производят как молотый, так и резаный флок. Диапазон выпускаемых титров — от 0,9 до 44 *dtex*. Наиболее применяемая длина — 0,3–2 мм. В некоторых специфических случаях используется флок длиной до 12 мм (например, имитация шкуры животных). Полиамидный флок обладает хорошей износостойкостью. Удельная плотность РА 6 1,125–1,15. Полиамидный ворсовый покров обладает привлекательным внешним видом, незначительно заминается при механическом воздействии и хорошо восстанавливается после снятия нагрузок. Обладает высокой износостойкостью.

Флокированное покрытие из полиамида 6 выдерживает температуру до 150° С, не меняя своих линейных размеров и фактуры. Благодаря этому качеству, способом термического тиснения получают рельефные эффекты на флок-поверхности. Температура тиснения полиамида 6.6 составляет примерно 180° С.

Для полиамида разработаны специальные флуоресцентные красители. Флок, окрашенный этими красителями дает эффект свечения

при освещении ультрафиолетом. Эта способность активно используется в качестве одной из степеней защиты ценных бумаг и денежных купюр. Также флуоресцентный флок применяют в отделке внутренних интерьеров и для рекламных целей. Надо отметить, что светостойкость флуоресцентного флока заметно хуже, чем обычного.

**Полиэфирный флок** сходен по своим параметрам с полиамидным. Основным отличием является гидрофобность полиэфирных волокон. Это усложняет процесс его электростатической обработки. Кроме того, покраска полиэфирных волокон дороже. Полиэфир обладает лучшей светостойкостью, чем полиамид. При длительном воздействии УФ-излучения или интенсивного солнечного света полиамид становится более ломким, чем полиэстер. Полиэфирный ворс обладает хорошей стойкостью к истиранию и особенно высокой устойчивостью к воздействию влаги и УФ-лучам. Тем не менее, волокна сложно окрашивать и это ограничивает цветовое многообразие.

В массе окраска флока в черный цвет осуществляется на этапе экстудирования жгута для производства флока. В этом случае используются качественно иные виды красителей, обеспечивающие большую светостойкость. Крашение в массе, как правило, практикуется только в черный цвет, а в любой другой можно окрашивать обычным способом.

В настоящее время диапазон титров, производимых серийно 1,3–6,7 *dtex*. Длина, как правило, 0,5 и 1 мм. Удельная плотность — 1380–1410 кг/м<sup>3</sup>.

Одним из видов обработки поверхности, покрытой полиэфирным флокком, при котором волокна заминаются после термомеханического воздействия, является тиснение. Температура термического тиснения полиэфира примерно 150° С.

**Вискозный флок** бывает молотым и резаным. Серийно выпускаемые длины вискозного флока — 0,3–4 мм. Он хорошо окрашивается, физико-химическая обработка его проста, но для ворса харак-

терна сминаемость под действием нагрузок, поэтому сферы применения ограничены.

Применяется он, прежде всего, для декорирования изделий, а также для производства упаковки, игрушек, обоев, стеновых панелей и при флокировании некоторых текстильных и нетканых материалов. Для флок-печати на одежде используется преимущественно вискоза. Для изготовления трансферной бумаги подходит вискозный флок сверхточной нарезки длиной 0,3 мм в случае многоцветной печати, а для простого трансфера — 0,5–1 мм.

Тонкие титры (0,55–0,9 *dtex*) вискозного флока применяются для изготовления упаковки и некоторых косметических товаров. Самый грубый титр (28 *dtex*) идет на изготовление искусственной травы в игрушечных железных дорогах.

**Флок, изготовленный из хлопка**, бывает только молотым. Он обладает очень низкой износостойкостью, а поверхность очень похожа на искусственную замшу. Преимуществами хлопкового флока являются: низкая цена и высокая гидрофильность. Очень эффективен как покрытие изнаночной стороны резиновых перчаток. Хлопковый флок применяется также при изготовлении недорогой упаковки. Серийные титры — 1–4 *dtex*.

**Полиакрил** является самым сложным волокном, как для производства флока, так и для работы с ним. Полиакрил обладает рядом преимуществ, но с точки зрения современных сфер применения флока, они не интересны. Вопросы его производства активно разрабатывались во время угрозы дефицита вискозного волокна. В настоящее время полиакриловый флок не производится.

**Флок из углеродного волокна** — новая разработка в области материалов для флокирования. Углеродное волокно получают из полиакрилонитрила (*PAN*) путем оксидирования. Цвет исходного волокна варьируется от бесцветного до черного. Черные волокна нельзя перекрасить в другой цвет. В настоящее время такой флок производится в титрах 1,7–5 *dtex*.

Преимуществами углеродного флока является то, что он не горит (другие волокна требуют специальной обработки) и не дефор-

мируется вследствие механической нагрузки при температурах до 400° С. Промышленное использование углеродного флока требует специальных дозирующих устройств. Причем значительного применения углеродный флок не нашел, но в данный момент речь идет о новых разработках, изучены не все преимущества этого вида волокна.

**Арамид (Kevlar)** — полиамид, обогащенный ароматическими углеводородами с параструктурой. Естественный цвет — желтый, не окрашивается. Разлагается только при температуре выше 550° С. Рассматривается как флок для специфических технических сфер применения.

**Полипропиленовый флок** — материал, применяющийся в основном для технических целей (например: ковровые покрытия, напольные коврики, армирование бетона). Также подходит для отделки верхней одежды. Полипропилен уступает другим волокнам по некоторым техническим характеристикам.

Использование этого материала не создает проблем утилизации флокированных материалов. Пластмассовые детали, покрытые полиамидным флоком, весьма сложно утилизировать. Необходимо разделять три вида материала, что очень дорого. Полипропиленовая деталь, флокированная полипропиленовым флоком, содержит незначительное количество адгезива, которым при утилизации и последующем производстве детали из вторичного сырья можно пренебречь.

К недостаткам полипропиленового флока можно отнести:

- его плавление при 160° С и размягчение при 120° С — строгое соблюдение температурных режимов;
- невозможность окрашивания волокон полипропилена обычным способом — окрашивание только в массе, что подразумевает производство цветного полиэтиленового флока только большими партиями (от 1 тонны и выше);
- слабая стойкость к механическому воздействию, по сравнению с полиамидным (толщина нитей в жгуте 3,3–70 *dtex*). Удельная плотность 850–920 кг/м<sup>3</sup>.

**Ацетатный флок** по сравнению с вискозным менее износостойчив, сминаем, но сравнительно термостоек и термопластичен. Используется в основном для изготовления искусственного меха [1].

Различают флок молотый и резаный.

**Флок молотый** получают в результате помола волокон (вискоза, полиамид, полиэфир, хлопок) в специальных мельницах, затем его красят и обрабатывают. Ворсинки получаются неоднородными по длине, и после флокирования поверхность становится похожей на замшу. Молотый флок часто используют при производстве недорогой упаковки или бархатной бумаги. В качестве сырья для производства молотого флока, как правило, подходят отходы текстильных нитей или резаного флока.

**Флок резаный** — равномерно разрезаная, окрашенная и специально обработанная монопилит. Материал монопилиты — вискоза, полиамид, полиэфир, хлопок и др.

Флок имеет следующие параметры: длина — 0,5–10 мм; толщина — от 0,9 *dtex* до 22 *dtex*; *tex* флока (титр) — вес одного километра монопилиты; *dtex* флока — вес десяти километров монопилиты.

Чем больше величина *dtex* монопилиты, тем более толстый и жесткий получится флок. Поперечное сечение монопилиты, используемое при производстве флока, круглое или треугольное. Флок может производиться из глянцевого, полуматового и матового монопилиты.

Пример обозначения: 1 мм/3,3 *dtex* — длина 1 мм, толщина — 3,3 *dtex*.

Поверхность, обработанная тонким флоком (0,9–2,2 *dtex*), не заминается, обладает высокой износостойкостью, мягкая на ощупь, очень похожа на бархат. Флок толщиной 3,3–6,7 *dtex* используется как для изготовления надписей и рисунков, так и для флокирования упаковки или, например, автомобильных деталей. Флок 22–44 *dtex* применяют там, где требуется очень высокая стойкость к истиранию, например, при изготовлении ковровых покрытий.

Кроме линейных характеристик флок имеет целый ряд нормируемых параметров, которые описывают его потребительские свой-

ства: электропроводность; летучесть (прыгучесть); влажность; сыпучесть; однородность резки; светостойкость; гигроскопичность.

Флок может быть окрашен практически в любой цвет. Однако фирмы-производители определили группу основных цветов, которым присвоили номера и, для удобства работы с покупателями, выпустили цветовой каталог флока. Флок различных цветов и длин может смешиваться для более точного подбора цвета или получения специальных эффектов [6].

Технология и качество изделий, получаемых по методу электрофлокирования, существенно зависят от *равномерности ворса по длине*, соотношения длины и толщины ворса, прямолинейности и формы среза ворсинок. Ворс в электростатическое поле в большинстве известных способов вводят через сита. Размеры ячеек подбирают в соответствии со средней длиной применяемого ворса. При большом отклонении длины отдельных ворсинок от средней создаются условия для их неравномерного прохождения. Сначала проходят наиболее короткие ворсинки, а длинные скапливаются на поверхности сита. В результате получается неравномерное и неплотное ворсовое покрытие с нетоварным внешним видом.

Для получения высококачественных электрофлокированных материалов необходимо, чтобы ворс имел минимальное отклонение от заданной длины. При разбросе волокон по длине создается неровная и неплотная ворсовая поверхность с дефектами (например, «кратерами»), в большинстве случаев, не соответствующая требованиям, предъявляемым к изделиям. Одной из причин образования «кратеров» на ворсовой поверхности является создание более сильного электрического поля вокруг длинных волокон, имеющих больший заряд. Последний отклоняет расположенные вокруг них короткие волокна от вертикального положения.

*Соотношение длины и толщины отдельных ворсинок* влияет на жесткость при изгибе. Длину и толщину ворса выбирают в зависимости от производимого материала. Если увеличить толщину ворса, сохранив неизменной длину, или уменьшить длину, сохранив толщину, получаются поверхности, более стойкие к истиранию, а мате-

риал приобретает более жесткий, щетинистый вид. В табл. 5.2 приведены рекомендуемые соотношения между длиной и толщиной полиамидного ворса.

Таблица 5.2

**Рекомендуемые соотношения между длиной  
и толщиной полиамидного ворса**

Линейная плотность, <i>dtex</i>	Длина ворса, мм
0,3–0,8	1,7
0,3–0,8	2,2
0,3–1	3,3
0,5–1	4,8
0,5–1,5	6,7

На внешний вид флокированной поверхности влияют два параметра: глянец (блеск) и тип волокна. Флок может быть глянцевым, полуматовым, матовым и глубоко матовым.

Неравномерность визуального восприятия цвета и блеска флокa в зависимости от угла зрения или угла освещения к флокированной поверхности называется «шанжированием». Чем более глянцевый флок, тем сильнее эффект шанжирования. Кроме того, определенную роль в возникновении этого эффекта играет разница в цвете волокна на срезе и на продольной стороне.

Эффект шанжирования — явление скорей отрицательное для производителя. Например, при флокировании больших площадей (рулонные материалы) глянцевый флок подчеркивает даже самый минимальный брак, в то время как матовый скрывает неравномерности покрытия. Матовый флок лучше заряжается благодаря химическим реагентам, которыми обрабатывается ворс для получения матового эффекта.

Глянцевый флок не рекомендуется для флокирования пластмассовых деталей. На пластмассе эффект шанжирования создает впечатление, что покрытие детали неравномерно. Для минимизации этого эффекта применяется не только матовый, но и «гнутой» флок. Каждая ворсинка в таком виде флокa имеет перегиб. Благодаря это-



му, при любом угле зрения или освещения, наблюдатель видит одинаковую поверхность, как по блеску, так и по гляncу. Массовое использование «гнутого» флокa ограничивает его дороговизна и сложность в использовании.

Хаптика (тактильное восприятие) флокированной поверхности обуславливается следующими факторами:

- длина и толщина волокон;
- степень прямоты ворсинок;
- качество забивки ворса;
- вид обработки флокa.

Длина ворсинок резаного флокa или средняя длина молотого флокa определяют высоту ворса и при заданной толщине, формируют ощущение мягкости или жесткости флок-поверхности. На качество флок-поверхности влияет также плотность забивки ворса. Чем реже забивка, тем хуже поверхность на ощупь и ниже износостойкость. Нельзя также упускать из виду влияние обработки на хаптику флок-поверхности. Существуют жесткие и мягкие виды обработки.

**Производство** флокa состоит из трех циклов:

- резка или размол мононити;
- покраска;
- обработка или активация специальным составом.

**Резка или помол.** Существуют два варианта этой операции:

- точная нарезка параллельно уложенных пучков волокон (профессиональный термин — жгут — получаем резаный флок);
- размельчение исходного сырья разной длины и толщины (профессиональный термин — помол — получаем молотый флок).

*Резаный флок* считается качественным, если ворсинки прямые, одинаковой длины и не сплавлены друг с другом концами.

*Молотый флок* можно производить из остатков волокна на катушках, но иногда используют также и высококачественный жгут. Производство резаного флокa требует, в любом случае, использования жгута из параллельных мононитей одинаковой толщины. Резаный и молотый флок — наиболее распространены в Европе. В Японии производят «гнутой» флок.

**Покраска.** Цвет флока является ключевой характеристикой, особенно для видимых поверхностей деталей. Флок окрашивается в разные цвета. Окрашенный флок обладает следующими характеристиками:

- светостойкость;
- цветостойкость;
- стойкость к моющим средствам;
- стойкость к прочим внешним воздействиям (трение, парфюмерия...).

Флок разного цвета в разной степени удовлетворяет вышеперечисленным требованиям. Определенное свойство может быть намеренно улучшено. Но это ведет, как правило, к повышению цены или к ухудшению других качеств. По этой причине изменять рецептуру покраски следует только в случае крайней необходимости, если это непременно требуют условия эксплуатации готового изделия.

Существует два способа покраски флока:

- окраска волокна после порезки жгута;
- окраска полиамида-сырца в массе перед производством жгута.

Перед покраской волокна обезжиривают. При *покраске волокна* молотый или резаный флок красят в барке, как обычный текстиль. В случае *покраски в массе* полимерный расплав красится перед экструзией. Такой способ существенно повышает показатели светостойкости. При покраске полимерного расплава минимальная загрузка исходного сырья очень велика, поэтому метод экономически не очень эффективен. Кроме того, достаточно сложно четко задать определенный цвет.

Самыми высокими показателями светостойкости обладает черный флок, окрашенный в массе. В данном случае используется газовая сажа, которая не меняет цвет при воздействии света. Для получения других цветов используются менее стабильные пигменты. Поэтому флок, окрашенный в волокне, как правило, обладает лучшей светостойкостью. Кроме того, чем темнее цвет флока, тем выше светостойкость. В темных цветах красящих веществ количественно больше, чем в светлых.

Без предварительной обработки или активации специальным составом волокна не могут быть использованы для получения качественных материалов. Причина этого состоит в сильном поверхностном взаимодействии между ними, которое приводит к их слипанию и образованию комков. Кроме того, волокна являются хорошими изоляторами и маловосприимчивы к действию электрического поля: они слабо поляризуются, а значит, плохо ориентируются вдоль силовых линий поля, приобретают незначительный электрический заряд, вследствие чего медленно перемещаются по направлению к поверхности флокируемого материала, покрытого клеем. Для хорошего флокирования ворсу придают определенную электропроводность путем обработки его электролитом (реактивом из солей) и поверхностно-активным веществом и танином. На эффективность обработки влияет влажность воздуха. При длительном хранении и транспортировке ворс быстро высыхает, это нужно учитывать при хранении.

Понижение электропроводности ворса ухудшает перезарядку волокон, уменьшает плотность флокирования и образует замыкающие цепочки из волокон между электродами. Внешне флок выглядит не как отдельные волокна, а как нити.

Химическая обработка повышает разделяемость волокон и их сыпучесть. Последняя обеспечивает равномерную подачу ворса в зону флокирования, повышает степень его ориентации, устраняет свойлачивание и образование комков в бункере флокатора.

Заряженные волокна ускоряются электрическим полем, приобретая скорость, которая определяет глубину проникновения волокон в адгезив, и, следовательно, прочность их закрепления, а также плотность ворсовой поверхности.

Химическая подготовка ворса включает обработку (активацию) ворса, сушку и просев. Целями активации являются:

- сообщить флоку определенную электропроводность по всей длине ворсинки. Волокна должны заряжаться не только от высоковольтного электрода, но и друг от друга. Только заряженный флок летит к заземленной поверхности, которую необходимо покрыть

ворсом [3]. Понижение электропроводности ворса ухудшает перезарядку волокон, уменьшает плотность флокирования и образует замыкающие цепочки из волокон между электродами. Внешне флок выглядит не как отдельные волокна, а как нити [1];

- обеспечить создание диполя на ворсинке. Только ворсинки с распределенным зарядом располагаются параллельно линиям электрического поля, т.е. перпендикулярно флокируемой поверхности [3]. Заряженные волокна ускоряются электрическим полем, приобретая скорость, которая определяет глубину проникновения волокон в адгезив, и, следовательно, прочность их закрепления, а также плотность ворсовой поверхности [1];
- придать сыпучесть флоку — чтобы он разделялся в системе подачи ворса и в дозирующем устройстве [3]. Сыпучесть обеспечивает равномерную подачу ворса в зону флокирования, повышает степень его ориентации, устраняет свойлачивание и образование комков в бункере флокатора [1];
- обеспечить оптимальную смачиваемость флока.

Соли в абсолютно сухом состоянии ток не проводят. Только в водном растворе они обретают проводимость. По этой причине проводимость флока повышается при повышении относительной влажности воздуха. С другой стороны, чем больше влаги оседает на ворсинке, тем более клейкой становится ее поверхность, и разделяемость ухудшается, флок комкуется и становится непригодным к работе. Комкование флока очень вредно: комочки флока, попав в клей, не дают другим волокнам закрепиться рядом в клеевом слое. Это приводит к залысынам и неравномерности покрытия. Поэтому флокировать необходимо в диапазоне влажности, в котором проводимость уже достаточна, а сыпучесть еще сохраняется.

Качество обработки флока может быть испорчено многими факторами (влажностью, температурой и др.). Некоторые повреждения можно исправить, некоторые — нет. Испорченный флок можно обработать снова, если он не имеет инородных примесей. После восстановления флок по качеству не уступает новому [3].

В процессе производства флока резанные волокна подвергаются специальной обработке, в результате чего он приобретает определенную электрическую проводимость. Долгосрочное сохранение этого качества существенно зависит от **хранения** — от герметичности тары, температуры и относительной влажности воздуха в помещении [3]. Хранение в слишком сухих или слишком сырых помещениях может нанести ущерб качеству флока или вообще испортить его [6].

Также климатические условия важны и в помещениях, где происходит флокирование. Заливание водой, замерзание (падение температуры ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ), интенсивное освещение и сильный нагрев приводят к необратимым изменениям, т.е. к порче флока. Необходимая для работы проводимость флока достигается только при наличии влажности. При хранении в сухом помещении или длительной перевозке, влага может испариться с поверхности флока.

Поэтому флок необходимо хранить при температуре  $15\text{--}25^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха  $60\text{--}65\%$ , в затемненном помещении в таре с максимальной герметичностью (завязанный полиэтиленовый пакет, помещенный в картонную коробку) [3]. Мешки, картонные коробки, полиэтиленовые пакеты, в которых хранится флок, должны быть всегда закрытыми, так как свойства флока при этом условии изменяются гораздо медленнее при колебаниях климата [6].

Если условия хранения все же отличаются от оптимальных, то флок, с которым намечается работа, должен выдерживаться в помещении с нормальными условиями в течение 24 часов. Этот процесс называется *кондиционированием* флока. Такая операция полезна после транспортировки, как в холодное, так и в очень жаркое время года.

Важными являются и условия складирования флока. При складировании в мешках необходимо учитывать, что под действием собственного веса флок спрессовывается, и его сыпучесть ухудшается (спрессованные комочки не всегда распадаются в электрическом поле). Если флок хранится в коробках из твердого картона, то их можно хранить штабелями любой высоты [3].

### 5.3. Клей для флокирования

Основы и флок соединяются при помощи слоя адгезива (клея), который наносится на основу. В текстильной промышленности можно встретить адгезивы только на водной основе. Акриловые и полиуретановые дисперсии и смеси позволяют достигнуть высокой прочности к влажной и химической чистке, истиранию и в то же время сильной эластичности и мягкости ткани.

Мы знаем, какое огромное количество разнообразных основ флокируется. Очевидно, что не может существовать универсального адгезива, подходящего всем. По этой причине производители адгезива предлагают разнообразные базовые рецепты на дисперсионной основе и на основе растворителя. Особенно распространенные рецепты могут быть откорректированы, чтобы соответствовать методу нанесения.

К клеям предъявляются **основные требования**. Клей является важнейшей составной частью электрофлокированного материала. Он определяет не только качество всего материала (его износостойкость, теплопроводность, поверхностную плотность и т.д.), но также влияет на технологию и оборудование электрофлокирования, определяет его производительность, стоимость, безвредность для обслуживающего персонала и окружающей среды.

При выборе клея для флокирования следует ориентироваться на специально разработанные для этих целей адгезивы. Клей для флокирования обладает не только стандартными свойствами, но и специальными, связанными со спецификой флокирования (промежуток времени между нанесением клея и началом флокирования, площадь флокирования, способ клеенанесения и т.д.).

Нормируемыми его параметрами являются: электропроводность; открытое время; поверхностное натяжение; температура сушки; количество компонентов; растворитель; сухой остаток [6].

*Электропроводность* необходима для отвода электрических зарядов, неизбежно появляющихся на поверхности материала при электрофлокировании.

Значительная *продолжительность жизни* клея является важным технологическим параметром, позволяющим заготавливать необходимые запасы клея без ухудшения его свойств до момента использования.

*Открытое время* — это количество минут, необходимое для нанесения клея на всю поверхность изделия до его флокирования. Чем больше этот показатель, тем меньше вероятность получения непрокрашенных мест, и, как следствие, более качественное нанесение флюка без проплешин и следов.

Низкое *поверхностное натяжение* клея дает возможность легко проникать волокнам в клей и обеспечивать их прочное закрепление в нем. Ниже приведены значения поверхностного натяжения  $\sigma$  (в мДж/м<sup>2</sup>) для ряда пленкообразователей, найденные экспериментально или расчетным путем (табл. 5.3).

Таблица 5.3

**Значения поверхностного натяжения  $\sigma$  (в мДж/м<sup>2</sup>)  
для ряда пленкообразователей**

Используемый клей	Значение $\sigma$ (мДж/м <sup>2</sup> )
Пентафталевые или глифталевые смолы	36
Поливинилацетат	39
Полибутилметакрилат	40
Ацетобутират целлюлозы	42
Поливинилбутираль	53
Каучуки	57

Поверхностное натяжение клея ( $\sigma$ ), представляющего растворы полимеров, во многом определяется природой растворителей. Для большинства наиболее употребляемых растворителей  $\sigma = 22\text{--}36$  мДж/м<sup>2</sup>. С увеличением содержания растворителей поверхностное натяжение клея, как правило, уменьшается. Наиболее высокие значения имеет клей, в котором дисперсионной средой или растворителем служит вода, так как для воды  $\sigma = 72,7$  мДж/м<sup>2</sup>. Такой клей плохо смачивает гидрофобные и обезжиренные поверхности. Кроме того, при их нанесении кистью могут оставаться следы от волосков, которые не растека-

ются и образуемая флокированная поверхность будет иметь дефекты. Наряду с этими общими требованиями существуют специальные, предъявляемые к адгезивам в каждом конкретном случае, например, требование вязкости, цвета, водорастворимости.

В зависимости от назначения изделия и свойств клеевой композиции нанесение клея можно производить следующими способами:

- **кистью или валиком** — лучше всего мягкой кистью и валиком типа «велюр». Избыток клея с валика или кисти необходимо снимать, используя для этого кювету, представляющую собой емкость для клея и площадку с ребристой поверхностью для скатывания избытка клея (рис. 5.2). Таким методом можно нанести клей под флок на любые сложные поверхности: в углублениях и выпуклых местах используя кисть, а на плоских — валик;
- **ракеlem**, состоящим из деревянной ручки с вставленным в нее полиуретановым полотном на изделия плоской конфигурации. Толщина и четкость отпечатка зависят от угла наклона ракеля. Большой наклон ракеля ( $60^{\circ}$ – $80^{\circ}$ ) к поверхности изделия обеспечивает меньшую толщину отпечатка и лучшую четкость, а меньший наклон (менее  $45^{\circ}$ ) большую толщину и меньшую четкость изображения (рис. 5.3);
- **погружение** применяется для нанесения клея на поверхность объемных изделий. Изделие погружают на определенную глубину и после извлечения выдерживают некоторое время для стекания клея. Время выдержки для стекания подбирается в зависимости от конфигурации изделия и вязкости клея;
- **с помощью пульверизатора** клей наносится в специальной камере, снабженной вентилятором для отсоса паров растворителя. Обычный клей должен иметь вязкость 18–20 с (по вискозиметру ВЗ-4), давление сжатого воздуха в магистрали его подачи — 2–3 атм. Пульверизатор может быть любой марки. Для водных клеев он должен быть сделан из нержавеющей сталей.
- **нанесение клея с помощью сетчатого шаблона** — сетки для трафаретных форм изготавливают из металлических, шелковых или синтетических нитей. Выбор того или иного материала обусловлен комплексом физико-механических свойств, необходимых в печати.



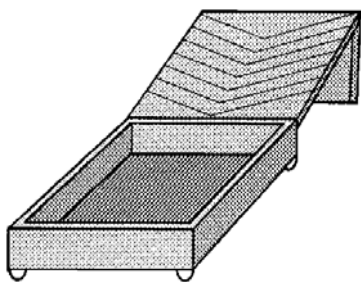


Рис. 5.2. Кювета для нанесения клея на поверхность изделия

Сегодня для изготовления шаблонов используют почти всегда ткани из синтетических волокон, главным образом, из полиэфирных и полиамидных монопнитей. Чистота и гладкость ячеек шаблона создают основу для хорошего протока печатного состава. Очистка шаблонов после печати не представляет трудностей, кроме того, такие сетки дешеры. Под флок годится полиамидная сетка с номером ячейки 36–42.

Для изготовления плоских шаблонов сетчатую ткань натягивают на раму. Рамы могут быть деревянными, пластмассовыми или металлическими. Наиболее распространены деревянные, но их недостатком является деформация под действием влаги, температуры и механических нагрузок. Клей продавливается на изделие через шаблон ракелем с ручным или механическим приводом. Необходимо следить за тем, чтобы поверхность стола, на котором производится нанесение клеевого рисунка была достаточно ровной. В противном случае все неровности стола исказят требуемый рисунок. При использовании трафарета необходимо, чтобы последний был плотно прижат к поверхности обрабатываемого изделия. Тогда клей четко наносится на изделие, копируя рисунок на трафарете.

При **выборе клея** нужно учитывать возможность печати им при помощи сетчатого шаблона. Для нанесения клеевого рисунка необходимо, чтобы клей продавливался через шаблон и образовывал четкий отпечаток на основе, не растекаясь по ней, имея необходимую высоту для проникновения и закрепления в нем ворсинок флека. В случае использования текстиля, смачивая гигроскопичную основу ткани и образуя равномерную пленку, клей в то же время не должен пропитывать ее, иначе увеличивается жесткость готового материала. Повышенная вязкость клея недопустима — это не только затрудняет проникновение ворсинок в клей при флокировании, но и

осложняет печать: клей плохо проходит сквозь сетку. Клей не должен образовывать пузырей в момент отделения шаблона от печатаемой основы, а также при термофиксации.

Одно из основных требований к клею — его легкая очищаемость с шаблона без повреждения трафаретного слоя. Если шаблон не почистить как следует, рисунок будет искажен. После применения клей нужно аккуратно снять с шаблона шпателем и переложить в отдельную емкость. После этого прочистить отверстия шаблонов сильной струей воды (в случае использования ВД-клеев). Тщательный визуальный контроль на свет сразу покажет, в каких местах шаблон загрязнен. После применения клея на растворителях также сначала необходимо удалить его остатки с формы, положить форму печатной стороной на впитывающую бумагу (можно газету), а затем растереть поверхность мягкой тряпкой. При этом клей и растворитель вдавливаются во впитывающую подложку. Последний, естественно, не должен растворять копировальный слой формы.

Если печать прерывается, независимо от используемого клея, необходимо или полностью очистить форму, или покрыть рисунок толстым слоем клея, не продавливая его насквозь, и закрыть смоченной в растворителе или воде (в зависимости от основы клея) тряпкой. В противном случае, открытая сетчатая поверхность быстро подсохнет и ухудшит резкость контуров при последующей печати.

Иногда клей окрашивают в цвет ворса, чтобы таким образом создать оптический эффект высокой плотности ворсового покрова, что особенно важно при печати на темных эластичных основах. Кроме того, подкрашивание дает возможность визуально проконтролировать толщину нанесения клея и глубину проникновения в основу ворса. После изготовления трафарета и подбора клея, необходимо подобрать ракель. Обычно толщина ракеля составляет 8–10 мм. Высота ракельного полотна над ручкой ракеля 10–12 мм. Длина ракеля должна на 20–50 мм превосходить ширину наносимого изображения.

Переносится изображение на поверхность изделия быстрым движением ракеля (без замедления и остановок). Наклон ракеля к печатной форме —  $60^{\circ}$ – $80^{\circ}$ . Давление на ракедь при печати должно быть умеренным, подбирается опытным путем каждым мастером.

Выбор режимов сушки и термофиксация зависит от выбранного клея.

#### 5.4. Технология флокирования

Последовательность технологических операций (рис. 5.3), выполняемых при производстве электрофлокированных материалов, довольно проста. Прежде всего, то изделие, на котором требуется создать ворсовую поверхность, подготавливается к процессу электрофлокирования. Для устранения неровностей или для предотвращения проникновения клея в поры материала, его поверхность предварительно грунтуют (относится к таким материалам, как дерево, ДСП, ДВП, фанера, гипс и т.д.) Если поверхность гладкая и без пор, то грунт наносить не надо. После этого на подготовленную таким образом поверхность основы наносится заранее приготовленный клей сплошной плашкой или по форме узора. Затем на неотвержденную поверхность клея наносят волокна с использованием сил электрического поля, которые образуют на ней ворс. Заряженный электростатическим полем флок летит и впивается в клеевую основу перпендикулярно поверхности. Флокирование важно начинать не позднее 3–4 минут после нанесения клея, иначе на поверхности образуется пленка из клея с измененным поверхностным натяжением, из-за чего флоку труднее прилипнуть к клею. Независимо от сложности изделия и способа флокирования необходимо обеспечить хороший электрический контакт между контуром заземления и клеевым слоем.

В процессе последующей сушки клей отверждается, в результате чего ворс закрепляется на основе. После формирования ворсового покрова незакрепившиеся в клею волокна удаляются пылесосом (поставленным на выдув), а материал высушивается в естественных ус-

ловиях или принудительно в сушилке. На практике ворсовое покрытие можно нанести на поверхности различной формы (плоские, объемные, рельефные) и химической природы (металл, стекло, ткань, дерево, пластмасса и др.). В зависимости от требований к конечному продукту, можно получать поверхность стойкую к стирке или механическому воздействию. Флокированные поверхности подвержены таким видам отделки, как печать и тиснение.

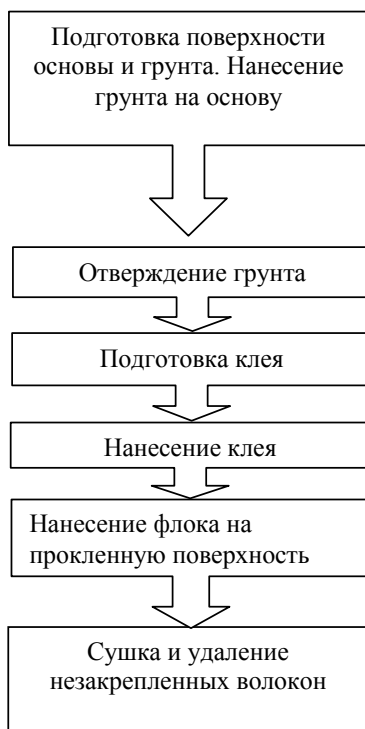


Рис. 5.3. Последовательность процесса флокирования

**Подготовка поверхности изделия** зависит от материала, из которого оно изготовлено. Гипсовые и деревянные поверхности (ДВП, ДСП, фанера) грунтуют необходимо из-за наличия большого количества пор. Изделие можно не грунтовать только если оно имеет не-

большой размер (10x10 см). В качестве грунта можно использовать различные материалы, но такие, чтобы клей был совместим с грунтом. С практической точки зрения грунтовать деревянные и гипсовые поверхности наиболее целесообразно пентафталевыми эмалями. Наибольшую электропроводность из выпускаемых сейчас имеет половая краска ПФ-266 желто-коричневого цвета. В нее для устранения желтизны добавляют ПФ-115 черную в пропорции ПФ-266:ПФ-115, 3:1. При длительном хранении пентафталевых красок растворитель улетучивается и краска становится вязкой, равномерное ее нанесение затрудняется. В этом случае краску необходимо разбавить уайт-спиритом. Однако слишком жидкая краска — плохая основа для флюка, поэтому очень важно правильно выбрать вязкость. По вискозиметру она должна составлять 40–50 с. Данная краска является и хорошим грунтом, а при втором нанесении хорошим клеевым составом для флюка. Необходимо отметить, что перед нанесением второго слоя краски грунт должен высохнуть. В случае с водными клеями растворителем является вода. При флюкировании ламинированных деревянных поверхностей грунтовать изделие не нужно.

Пластмассовые изделия и изделия из оргстекла перед нанесением клея нужно протереть моющим составом для снятия жировых загрязнений, смазок от форм и мигрирующих в процессе хранения изделия составляющих пластмассы к поверхности. В качестве обезжиривающего состава можно использовать тринатрий фосфат, растворенный в теплой воде из расчета 5 грамм на 1 литр. Обезжиривать можно с помощью ветоши или окунанием. После обезжиривания перед нанесением клея и флюка поверхность изделия должна высохнуть.

Металлические изделия необходимо обезжиривать уайт-спиритом, скипидаром или другим имеющимся растворителем. Большие поверхности рекомендуется грунтовать. Стекланные поверхности необходимо обезжирить моющими составами, подходящими для обезжиривания пластмассовых изделий.

В зависимости от назначения флюкируемого изделия важно правильно подобрать клей. Обычно для деревянных, металлических,

пластмассовых изделий используют пентафталевые краски, для пластмассы можно использовать водные акриловые клеи. Важно так подобрать вязкость клея, чтобы он при выбранном способе нанесения ложился ровным, тонким слоем, не скатывался с поверхности.

Перед нанесением клея на поверхность флокируемого изделия необходимо проверить флок на летучесть. На флокаторе выставить напряжение 60 кВ, насыпать флок в бункер, намазать лист бумаги клеем и зафлокировать его. Внимательно рассмотреть образец. Флок должен лежать ровным слоем, без «кратеров» и «вулканов» и на срез выглядеть, как на рис 5.4.



Рис. 5.4. Хорошая летучесть флока: 1 — флок; 2 — поверхность бумаги

При плохой летучести флока поверхность напоминает лесоповал (рис. 5.5). В этом случае необходимо флок заменить или обработать для придания ему электропроводности.



Рис. 5.5. Плохая летучесть флока: 1 — флок; 2 — поверхность бумаги

Нанесение флокового покрытия производится после нанесения клея (рис. 5.3).

Клей или краска наносится ровным слоем на поверхность изделия без наплывов, подтеков заранее выбранным способом. Флоки-

рование важно начинать не позднее 3–4 минут после нанесения клея, иначе на поверхности образуется пленка с измененным поверхностным натяжением, из-за чего флокку труднее соединиться с клеем.

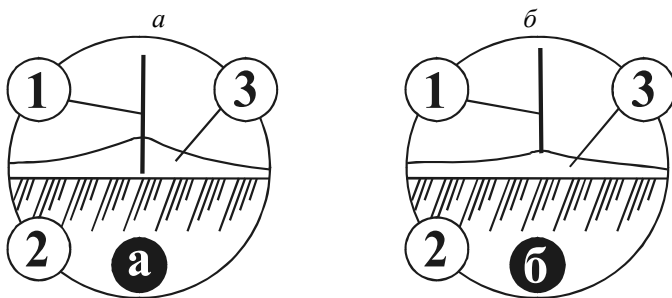


Рис. 5.6. Результаты флокирования: в течение *а* — 3–4 мин; *б* — 10 мин;  
*1* — ворс; *2* — поверхность изделия; *3* — клей

На рис. 5.6 показан результат флокирования после нанесения клея, в результате чего, как видно из рисунков:

- ворсинка глубоко проникла в слой клея и после отверждения крепко сцепилась с пленкой полимерного связующего;
- ворсинка закрепилась в пленке небольшой своей поверхностью и, вероятнее всего, выпадет при дальнейшей эксплуатации изделия.

После первого флокирования необходимо сдуть пылесосом незакрепившиеся ворсинки и произвести повторное флокирование, уже без нанесения клея. Эта операция дает возможность ворсинкам занять свободные места в слое клея. Операцию можно повторить еще раз в случае, если изделие имеет сложную конфигурацию. Сушку изделия нужно производить в зависимости от режима сушки выбранного клея. Чистку, контроль качества и упаковку рекомендуется осуществлять только после полного высыхания клея.

**Сущность электрофлокирования** заключается в сообщении электрического заряда предварительно подготовленному ворсу для ориентированного нанесения его на поверхность изделия, покрытого клеем *1*. Электрическое поле образуется между распыляющей го-

ловкой бункера 2, флокатора 3, на которую подается высокое напряжение 40–60 кВт и изделием, помещенным на заземленный экран 4. Электрический заряд волокна приобретают в зоне коронирующих кромок головки бункера флокатора (рис. 5.7).

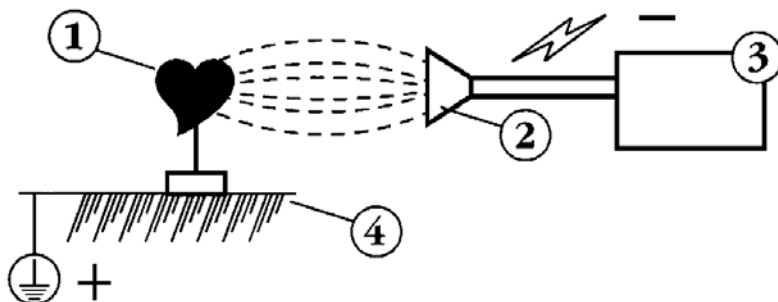


Рис. 5.7. Технологическая схема электрофлокатора: 1 — изделие с клеевым слоем; 2 — сопло; 3 — бункер; 4 — электрод

Рациональная конструкция бункера должна обеспечивать:

- равномерную подачу ворса во времени и по площади бункера;
- достаточное время флокирования одной загрузки;
- интенсивную подачу ворса, обеспечивающую высокую плотность его нанесения и высокую скорость флокирования;
- удобство обслуживания и надежность работы флокатора.

Если изделие сложной конфигурации или сильный диэлектрик, то процесс флокирования и сдувания пылесосом незакрепившихся волокон можно повторить 2–3 раза до получения однородного плотного покрытия. При нанесении ворса на большие поверхности электропроводность клея должна быть достаточной для создания из клеевого слоя заземленной поверхности. Можно использовать и специальный заземленный электроотвод, который выполняется из металлической фольги и помещается за флокируемым изделием. При флокировании больших поверхностей важно, чтобы обрабатываемые поверхности были предварительно загрунтованы. Сушку таких поверхностей, как правило, осуществляют на воздухе.



**Особенности технологии флокирования различных материалов.** Прежде чем начинать закупку оборудования и расходных материалов, желательно определить, что именно нужно флокировать. Областей применения флока так много, что не стоит ставить перед собой задачу «флокировать все».

При флокировании *текстильных материалов* для нанесения клея, в большинстве случаев, можно использовать оборудование, предназначенное для печати пигментными красителями на тканях. Для изготовления флокированных рисунков применяются установки для трафаретной печати почти без изменений. Это позволяет фирмам, освоившим технологию трафаретной печати, расширить ассортимент продукции, не вкладывая значительные средства в оборудование.

Очень интересны и перспективны различные сочетания флокирования с печатью красками на тканях, печатью вспенивающимися красками, глиттером (мелкие блестящие частицы полимерных материалов) и прочими способами. Возможно одноцветное флокирование штучных изделий или многоцветное флокирование с плавными переходами.

Применение — надписи на футболках, головных уборах, рабочей одежде, элементах кроя и т.д.

*Оборудование:*

- стол для флокирования;
- устройство для одноцветной трафаретной печати или карусель с двумя столами;
- мини-флокатор со сменными бункерами или одна флок-станция, сушильный шкаф или конвейерная печь для сушки;
- устройство для очистки изделий от излишков флока после сушки.

*Материалы:*

- ВД-клей (например, *TUBVINIL 274L* или *TUBVINIL 235 M*). Рецептура подбирается в зависимости от поставленной задачи и типа ткани по таблице. На сложных тканях (с дополнительной обработкой или из различных волокон) желательно сделать пробы;

- краситель для клея *COLOR MATCH* (обычно используют при флокировании темных тканей светлым флоком);
- устройство для фиксации изделия на печатном столе;
- флок вискозный, полиамидный 0,5–1 мм; 1,7–3,3 (6,7) *dtex* различных цветов;
- форма для трафаретной печати с необходимым рисунком на базе сита № 17–30 (сито выбирается в зависимости от длины флока, грифа ткани и сложности рисунка).

Следует обратить внимание на правильный выбор эмульсии, стойкой к водно-растворимым печатным композициям.

*Многоцветное флокирование штучных изделий с четкими границами между цветами* применяется для изготовления вымпелов и флажков, рисунков на футболках и рабочей одежде, ковриков для «мышек» и т.д.

*Оборудование:*

- карусель для многоцветной печати с микрометрическими приводами;
- количество цветов, которое можно напечатать = количеству печатных столов;
- мини-флокаторы со сменными бункерами или флок-станции по количеству цветов;
- сушильный шкаф или конвейерная печь для сушки;
- устройство для очистки изделий от излишков флока после сушки или чистый сжатый воздух.

*Материалы:*

- ВД-клей (например, *TUBVINIL 274L* или *TUBVINIL 235 M*). Рецептура подбирается в зависимости от поставленной задачи и типа ткани по таблице. На сложных тканях (с дополнительной обработкой или из различных волокон) желательно сделать пробы;
- краситель для клея *COLOR MATCH* (обычно используют белый краситель, если выбран прозрачный клей);
- клей для приклеивания изделия на печатный стол;
- флок полиамидный 1 мм / 3,3 (6,7) *dtex* различных цветов;

- форма для трафаретной печати с необходимым рисунком на сите № 17–25 (сито выбирается в зависимости от грифа ткани или типа подложки);
- набор форм трафаретной печати для каждого цвета на базе специального токопроводящего сита с тонкой нитью и крупной ячейкой. Рамы для этих форм следует использовать только металлические ввиду высоких требований к сохранению формы.

Принципиальным отличием многоцветной печати флокотом от обычной многоцветной печати красителями является то, что клеевая плашка наносится сразу на весь рисунок, а матрицы, формирующие цвета, располагаются на некотором расстоянии от изделия. Можно сказать, что в данном случае форма трафаретной печати используется как маска. Флокет в электростатическом поле ориентируется вертикально к подложке, и в этом случае сетка, расположенная над изделием, становится прозрачной для него. Важно в этой технологии правильно настроить расстояние между маской и клеевым слоем. Очень маленькое расстояние приводит к плохой забивке, и становится видна структура сетки, а большое — к размытости границы между цветами. Эта технология требует качественного оборудования и высокой квалификации персонала.

**Флок — трансфер.** Данная технология позволяет делать флокотированные надписи и рисунки на изделиях, не применяя прямое флокотирование. Флокет-бумага выпускается целым рядом фирм и уже представлена достаточно широко на российском рынке. Применение — спортивные номера, надписи на футболках и рабочей одежде и т.д.

*Оборудование:*

- установка с вакуумным столом для одноцветной печати трафаретным способом или карусель для многоцветной печати;
- шкаф для сушки (предпочтителен) или конвейерная печь;
- термопресс.

*Материалы:*

- флокет-бумага белая или цветная;
- печатная композиция для многоцветного флокот-трансфера (только для белой или бумаги светлых тонов);

- клей;
- термopopoшok.

Флокирование *рулонных* материалов находит применение в изготовлении ткани для мебели, одежды и обуви, переплетного материала, материала для вакуум-формовки, флок-бумаги для оформительских работ, обоев, самоклеящихся флокированных пленок и т.д.

Этот способ предполагает наличие высокопроизводительной промышленной линии и требует серьезного рассмотрения в каждом конкретном случае. Как правило, такие линии состоят из следующих основных узлов:

- устройство смотки;
- устройство клеенанесения (сплошное клеенанесение или рисунок);
- флок-машина;
- устройство для сбора неиспользованного флока;
- сушильная печь;
- устройство для охлаждения;
- чистящее устройство;
- устройство намотки.

Ширина обрабатываемого материала 0,4–2 м. Иногда применяют линии шириной 6 м. Скорость обработки: 4–30 м/мин.

Это очень напоминает классические линии для производства печатных тканей, обоев или, например, пенопленa. Таким образом, появляется возможность использовать для производства флокированных материалов уже готовые линии или их элементы, которые в данный момент простаивают или разукomплектованы.

Для флокирования *жестких* материалов (сохраняющих свою форму постоянной), в отличие от текстильных и рулонных, необходимо нанести клей на поверхность изделия, обеспечив необходимую равномерность и толщину. После чего нанести флок, используя соответствующее оборудование, высушить и очистить изделие от излишков флока.

При нанесении клея пользуются самыми различными способами: кистью и валиком; распылением; тампоном; окунанием;

иногда — поливом; в электростатическом поле. Выбор способа зависит от поставленной задачи, типа и вязкости клея, длины флока, необходимой производительности при флокировании и технологических возможностей производства.

*Бархатные декоративные покрытия* можно наносить на любой материал: бетон, стекло, дерево, металл, пластмассы, ткань, кожи, пленки и т.д. Покрытие обеспечивает современный дизайн для интерьера, мебели, салона автомобиля, обуви, одежды, футляров и коробок и, конечно же, упаковки (рис. 5.8). Может быть нанесено на все изделие в виде орнамента, надписи и т.д. Покрытие выдерживает температуру до 100° С, обладает шумопоглощающими свойствами, препятствует конденсации влаги на поверхности, устойчиво к истиранию. Диапазон толщины покрытий от 0,5 мм (замшевых) до 3 мм (ковровых) обеспечивается применением флока соответствующей длины. Флок изготавливается из вискозы или капрона. Для получения полутонов флок разных цветов может перемешиваться. Его расход, в среднем, 120–150 г/м<sup>2</sup>.

В качестве основы используются масляные краски, эмали, лаки, клеи, эпоксидные смолы, краски для трафаретной печати и т.п. Для тканей, кожи применяются клеи или краски, не теряющие эластичности при высыхании.

Чтобы затраты на оборудование окупились достаточно быстро, оно продается вместе с технологической инструкцией нанесения флока, учитывающей особенности поверхности образцов изделий заказчика.



Рис. 5.8. Бархатные декоративные покрытия

В области флокирования **нетекстильных поверхностей** большая часть приходится на флокирование вакуумно-литевых листов пластика, твердого ПВХ и полистирола. Главное их применение — упаковка и оформление. Широкое использование процесс находит в ав-

томобильной промышленности. В наше время невозможно представить автомобиль без флокированных оконных уплотнителей и других изолирующих профилей. В современной автомашине много технических частей, невидимых потребителю, где флок выполняет различные функции: от снижения скрипа и шума до улучшения работы механизмов скольжения со смазкой и без постоянной смазки. Ящики, ниши и панели флокируются для придания интерьеру законченного вида. Помимо чисто декоративных свойств, подобная отделка придает другие важные качества, такие как снижение шума, стабилизация микроклимата, одним словом, комфортность.

Флокированная бумага широко используется, особенно, при переплете книг. Нетканые флокированные и структурированные материалы набирают популярность в производстве обоев.

Флокирование **объемных предметов** включает все от косметических палочек (3 мм диаметром) до манекенов в человеческий рост (рис. 5.9). Флокирование — очень живая технология и постоянно открывает новые области применения. На некоторых рынках к ней возвращаются вновь, особенно под влиянием моды или разнообразных вкусов потребителей. Многие группы товаров исчезают, а затем снова становятся суперсовременными.



*Рис. 5.9.* Флокированные объемные предметы

В течение последних 35 лет производство некоторых групп товаров перебазировалось из страны в страну. Определенные товары концентрировались в одном регионе из-за его технического разви-

тия или спроса на этот товар. Шел процесс объединения рынков. Во многих случаях причиной этому являлось передвижение крупных промышленных предприятий в страны с низким уровнем заработной платы, где и осуществлялся процесс флокирования. В данное время это наблюдение справедливо, например, для изготовления спортивной одежды или флокирования объемных предметов, которое развито на Дальнем Востоке (игрушки, искусственные цветы и др.).

### **5.5. Оборудование для получения флоковых покрытий**

Флок-производство может быть очень разнообразным — от применения в нем ручных флокаторов в малом бизнесе до автоматических линий с компьютерным управлением. Для малотиражного производства изделий произвольной формы используют минифлокатор, который представляет собой настольную камеру — с ее помощью проводят флокирование объемных, фасонных изделий, таких как бутылки, маленькие коробочки, игрушки и т.д. Процесс флокирования выполняется снизу вверх. Необходимо прочно закрепить изделия на заземленной штанге и обеспечить ее надежное электрическое соединение с заземляющим контуром. С целью повышения производительности возможно установить в данной конструкции дополнительные электроды, выполненные с учетом специфики конкретных изделий.

Для среднетиражного и массового производства применяют промышленные флок-машины в качестве комплектующей части в промышленных линиях. Вместимость камеры равна примерно 6–8 кг флока. Подача флока плавно регулируется изменением скорости вращения щетки. Для повышения производительности под машиной может быть установлен ленточный конвейер.

Работа флокатора показана на рис. 5.10 и представлены фрагменты выполнения операций флокирования: нанесение слоя грунтовки; клея; сообщение электрического заряда предварительно подготовленному ворсу для ориентированного нанесения его на

поверхность изделия, покрытого клеем и нанесение ворса; сушка; отсос остатков флока; снятие остатков флока щеткой.

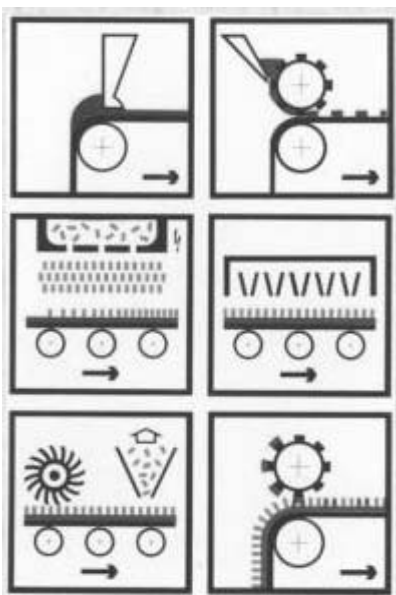


Рис. 5.10. Выполнение операций флокирования на флокаторе: *a* — нанесение слоя грунтовки; *b* — нанесение клея; *в* — сообщение электрического заряда предварительно подготовленному ворсу для ориентированного нанесения его на поверхность изделия, покрытого клеем и нанесение ворса; *г* — сушка; *д* — отсос остатков флока; *e* — снятие остатков флока щеткой

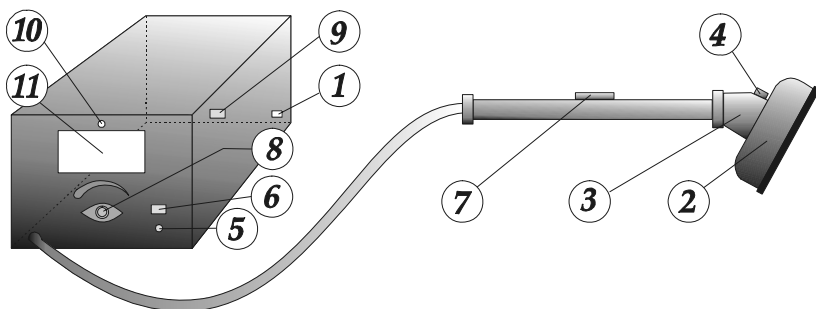
На рис. 5.11. приведен ручной флокатор, выпускаемого фирмой «Лита» СЗ-М.

Последовательность операций подготовки флокатора следующая:

- заземлить блок источника высокого напряжения флокатора через клемму «земля» **1** на земляную шину помещения;
- соединить бункер **2** с фиксатором штанги, **3** — нажать кнопку фиксатора **4** в торце его штанги, вставить штырь бункера в отверстие фиксатора штанги, отпустить кнопку, убедившись в надежности фиксации);



- загрузить флок в бункер 2;
- подключить флокатор в сеть переменного напряжения 220 В, 50 гц;



*Рис. 5.11.* Флокатор СЗ-М: 1 — клемма «земля»; 2 — бункер; 3 — фиксатор штанги; 4 — кнопка фиксатора; 5 — тумблер «сеть»; 6 — индикатор «сеть»; 7 — кнопка штанги; 8 — ручка регулировки высокого напряжения; 9 — гнездо подключения насадки для нанесения порошковых красок; 10 — индикатор «высокое напряжение»; 11 — киловольтметр

- подключить напряжение питания тумблером «сеть» 5 (должен загореться индикатор «сеть» 6);
- подать высокое напряжение — нажать кнопку на штанге флокатора 7 (должен загореться красный индикатор «высокое напряжение» 10);
- установить необходимый режим флокирования ручкой регулировки высокого напряжения 8, после чего отключить высокое напряжение, отпустив кнопку штанги;
- поднести бункер флокатора к покрытому клею и помещенному перед рабочим экраном изделию на расстояние 5–10 см, включить нажатием кнопки 7 высокое напряжение и произвести флокирование, слегка потряхивая бункер с флоком до получения равномерного покрытия;
- по окончании работы отключить флокатор от сети и разрядить фиксатор 3 от остаточного заряда на заземленном экране;
- нажать кнопку фиксатора и отстыковать бункер (рис. 5.11, 4).

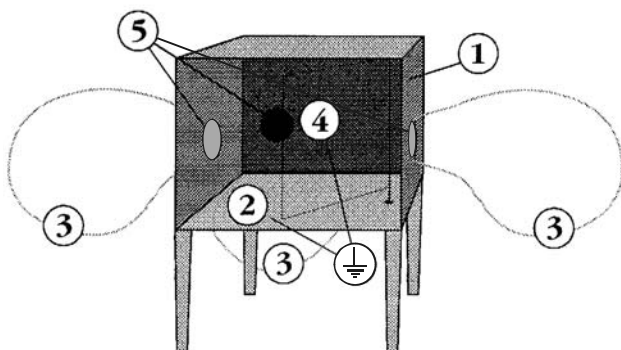


Рис. 5.12. Флокатор

Во время работы по *техническому обслуживанию* ручного флокатора необходимо выполнять следующие операции:

- не реже одного раза в месяц проводить внешний осмотр и проверку работоспособности прибора;
- при внешнем осмотре проверять состояние сетевого шнура и оболочки высоковольтного кабеля, исправность и надежность заземления, плавность регулировки выходного напряжения;
- дополнительно по мере необходимости проводить проверку выходного напряжения с помощью контрольного киловольтметра, при этом до начала измерений киловольтметр должен быть заземлен через его клемму «земля».

Также необходимо соблюдать *правила техники безопасности* при работе на производстве. С физиологической точки зрения контакт с флоком (ворсом) не опасен для здоровья, если он не обрабатывался особо вредными веществами. Наибольшую опасность в санитарном и пожарном отношении представляет флоковая пыль, которая может попасть в органы дыхания и на кожу человека. В этих случаях требуется соблюдать меры предосторожности в работе и уделять больше внимания личной гигиене, обязательно пользоваться защитной одеждой, перчатками, поддерживать их в чистоте. Для защиты органов дыхания необходимо применять респираторы или специальные маски.

Полиамидный флок неогнеопасен, он не самовозгорается при хранении и транспортировке, хотя и обладает способностью к оплавлению при контакте с источником горения. Вискозный флок при поднесенном источнике горения загорается и тлеет после ликвидации данного источника. Выделяется характерный запах жженой тряпки.

Для безопасности флокирования необходимо удалять пары от клея и от флока, что осуществляется с помощью приточно-вытяжной вентиляции.

В идеале, *помещение*, в котором происходит флокирование, должно иметь устройства поддержания стабильной температуры и влажности. Если кондиционирование недоступно, то следует выбирать небольшие помещения с хорошо закрываемыми окнами и дверьми. В зимнее время оно должно быть отапливаемым. Хорошо подходят помещения подвального и полуподвального типа. Не следует использовать гаражи и большие цеха заводов.

Необходимо использовать системы вентиляции. При работе с клеем на органических растворителях в зоне клеенанесения устанавливаются локальную вентиляцию.

Помещение должно быть обеспечено контуром заземления или электрической разводки с проводом заземления. По правилам электрической безопасности запрещено использовать в качестве заземления батареи отопления и водопроводные трубы. В помещении следует разместить приборы контроля температуры и влажности. Обязательно наличие порошкового или углекислотного огнетушителя. Идеальные условия: влажность — 50–60 %, температура — 20–25° С.

Эти требования просты и весьма очевидны. Их соблюдение значительно облегчает работу и позволяет избежать брака из-за капризов погоды.

При работе с флокатором следует соблюдать меры предосторожности:

- работать только при полностью закрытом кожухе блока флокатора;

- источник высокого напряжения должен быть обязательно заземлен через клемму «земля»;
- напряженность электрического поля (60 кВ/м) на рабочих местах обслуживающего персонала не должна превышать 1 часа;
- оператор при работе с флокаторм должен находиться под нулевым потенциалом, для этого ручка штанги имеет металлические заземленные детали;
- применение защитных резиновых ковриков и перчаток запрещается;
- замену бункера и загрузку флока в бункер производить только при отключенном сетевом напряжении, предварительно разрядив фиксатор флокатора от остаточного статического заряда путем прикосновения к заземленной металлической поверхности;
- при появлении любых неисправностей в работе флокатора его использование должно быть немедленно прекращено и далее флокаторм подлежит ремонту.

Рациональная конструкция бункера должна обеспечивать:

- равномерную подачу ворса по времени и по площади бункера;
- достаточное время флокирования одной загрузки;
- интенсивную подачу ворса, обеспечивающую высокую плотность его нанесения и высокую скорость флокирования;
- удобство обслуживания и надежность работы флокатора.

Если изделие сложной конфигурации или сильный диэлектрик, то процесс флокирования и удаления пылесосом незакрепившихся волокон можно повторить 2–3 раза до получения однородного плотного покрытия. При нанесении ворса на большие поверхности электропроводность клея должна быть достаточной для создания из клеевого слоя заземленной поверхности. Можно использовать и специальный заземленный электроотвод, который выполняется из металлической фольги и помещается за флокируемым изделием. При флокировании больших поверхностей важно, чтобы они были предварительно загрунтованы. Их сушку, как правило, осуществляют на воздухе.

Все *линии* для флокирования на рулонных материалах состоят приблизительно из одинаковых звеньев: размоточная машина; нако-

питель; клеенаносящая машина; флокатор; устройство предварительной очистки; сушилка; охлаждающая машина; устройство заключительной чистки; накопитель; устройство для объединения в партии.

Современная скорость выпуска на линиях не превышает 30 м/мин. Линии, на которых скорость выпуска составляет 10–15 м/мин., оборудованы устройствами, измеряющими толщину слоя адгезива, вес флока и соответственно регулируемыми эти параметры. Низкая автоматизация и обработка ручными приспособлениями свойственна, конечно, производству отдельных деталей или предметов, а не рулонных материалов.

Выбирая оборудование для флокирования руководствуются формой изделия и объемами производства. При флокировании изделий не очень сложной формы в малом количестве вполне достаточно мини-флокатора. Для изделий сложной формы, имеющих вогнутые поверхности, используют флокатор с дополнительной подачей флока воздухом в зону флокирования (пневмофлокатор). Для флокирования изделий простой формы и в большом количестве используют стационарные флок-машины.

Малотиражное производство изделий произвольной формы предусматривает следующую технологию и оборудование:

- нанесение кистью или валиками клея на основе растворителей с большим открытым временем;
- флокирование мини-флокатором;
- сушка при комнатной температуре в течение 24 ч.

Среднетиражное производство (например, флокирование бутылок):

- помимо кисти и тампона использование метода окунания с применением ВД-клея с открытым временем 3–5 мин;
- мини-флокатор или камера объемного флокирования;
- сушка при комнатной температуре или в сушильном шкафу.

Массовое производство (например, футляры для ювелирных изделий):

- предпочтительно распыление ВД-клея;
- стационарная флок-машина;
- сушка в проходной печи.

Для контроля качества материалов и флокирования используют следующие **приборы**:

- **для измерения летучести (прыгучести) флока**: в модель дозатора засыпается ровно 2 г флока. Флок протирается через сетку на тарелочку и помещается на заземленную пластину внизу. После того, как камера с флоком закрывается крышками из оргстекла и металла, на верхний электрод подается высокое напряжение. Флок летает между двумя полями. Время, за которое он улечучится с нижней заземленной металлической пластины, должно быть как можно короче. Предельно допустимый показатель — 20 с при 40 кВ;
- **для измерения сыпучести флока**: в прибор для проверки сыпучести помещается 20 г флока. Флок, оставшийся в сетевом барабане после 60 оборотов не должен превышать разрешенную максимальную массу 0,3 г. В нем также не должно быть скомкавшихся ворсинок и ворсинок, превышающих длину;
- **для оптического анализа флока** — во флоке не должно быть гнутых ворсинок и инородных тел;
- **для измерения качества адгезии** — испытывают качество адгезии флокированной поверхности при помощи теста на разрыв. Через маленькую алюминиевую форму со специальным крепежом на флокированную поверхность заливают очень сильный клей-расплав. После застывания клея измеряется сила разрыва.

Качество флокируемых изделий проверяется визуально. Слой флока должен быть сплошным, без «проплешин» и «вулканов». Осмотр проводится при дневном свете.

В табл. 5.4 обобщены основные *дефекты* флокковых покрытий, указаны их причины и способы устранения.

Таблица 5.4

### Основные дефекты флоковых покрытий, их причины и способы устранения

Вид дефекта	Причина	Способ устранения
Низкая плотность ворсового покрова	Недостаточное время флокирования	Увеличить время флокирования
	Несоблюдение технологических режимов	Отрегулировать напряжение электрического поля и подачу ворса в зону флокирования
	Несоответствие клея или ворса требованиям качества	Заменить клей или ворс
	Мало ворса в бункере флокатора	Добавить ворс в бункер флокатора
Образование кратеров	Ворс разной длины	Заменить ворс или просеять его через мелкую сетку
Проблемы при флокировании	Неравномерное дозирование флока по площади	Добавить ворс в бункер флокатора и провести повторное флокирование

#### Контрольные вопросы

1. Назовите сущность, назначение и области применения флокирования.
2. Какие виды волокна используют для флокирования?
3. Какие требования предъявляют к флоку?
4. Опишите технологию производства флока.
5. Какой клей применяется для флокирования и каковы требования к нему?
6. Опишите способы и устройства для нанесения флока.
7. Опишите технологию флокирования.

8. В чем особенности технологии флокирования различных материалов?

9. Какое оборудование применяется для нанесения флоковых покрытий?

10. Какие приборы используют для контроля качества флока и флокирования?

11. Как производится контроль качества и какие дефекты имеют флоковые покрытия?

## **5.6. Печать флоком в полиграфии**

Флок-печать, печать флоком, флокирование в полиграфии — разные названия одного процесса нанесения вертикально ориентированного ворса на бумагу или картон.

Печать флоком в полиграфии до сих пор редкость в нашей стране. Тетради, открытки и прочая продукция с нанесением флока, которую можно встретить в продаже, на 80% импортная. Красиво и оригинально смотрится флокированная продукция. Сфера применения в полиграфии очень широка: обложки, календари, открытки, блокноты, визитки, флокирование картона для последующей высечки упаковки, сплошное флокирование листовой продукции.

Услуги текстильного флокирования редко можно встретить у нас в стране. Тем не менее, если зайти в любой торговый центр, можно найти флокированный текстиль, будь то рисунок, надпись, или логотип. Флок на одежде — это необычно и приятно! Клей, используемый для текстиля — эластичен, что дает возможность наносить бархатный рисунок на стрейч-ткани и делает использование изделия комфортной. Такую ткань можно стирать при температуре до 60 градусов. Флокируются натуральные, полусинтетические и большинство синтетических тканей. Шелкография или вышивка, совмещенная с флокированием, смотрится очень оригинально.

Процесс изготовления изделий может выполняться по следующим технологиям:



- прямое флокирование;
- термотрансферное флокирование;
- сублимационное термотрансферное флокирование.

Технологически процесс **прямого флокирования** включает следующие этапы: печать клеевой системы методом шелкографии, флокирование в электростатическом поле, принудительная сушка, чистка.

Для флокирования подходит любая бумага и картон. Лучший эстетический эффект достигается при использовании плотной бумаги. Если планируется изготовление упаковки, в клеевую систему добавляется краситель, чтобы на сгибах флокированного листа не просвечивала подложка.

После окончательной полимеризации клея и чистки продукции, последняя не требует индивидуальной упаковки, так как флок надежно закреплен, а его излишки удалены. Далее флокированные листы можно подвергать послепечатной обработке, если это необходимо (тиснение, биговка, высечка и т.п.). Подходит для средних и больших тиражей.

Говоря о прямом флокировании, чаще всего подразумевают флокирование различных предметов ручными флокаторами. Технологически флокирование не сложный, но пыльный процесс в прямом смысле этого слова, и требует практических знаний от персонала. Процесс флокирования включает: нанесение клеевой системы на объект, флокирование, сушка, чистка.

Для каждого типа поверхности подбирается своя клеевая система (иногда требуется работа механически вспененными клеями), способ нанесения и метод сушки. Правильный выбор дает максимальную производительность и минимум брака.

Технология применима при отделке упаковки, помещений или элементов дизайна, салонов автомобилей и т.п. Флокирование используется не только как декоративное покрытие, но и в практических целях: чтобы детали лучше прилегали друг к другу, чтобы избежать шумов, для более плавного перемещения деталей по каким-

либо поверхностям, для теплоизоляции или во избежание образования изморози. Сфера применения очень широка.



*Рис. 5.13. Флокированные изделия*

Существует три термотрансферные технологии флокирования: трансфер флока с бумаги и более современная технология — пленочный трансфер, а также сублимационное трансферное флокирование, дающее полноцветное бархатное изображение.

**Трансфер флока с бумаги** осуществляется следующим образом.

На изделии шелкографией печатается специальная клеевая система (возможно с добавлением термopорошка). Далее берется флокированная бумага для трансферов, кладется флоковой стороной на заранее подсушенный клей и отправляется под термопресс. После удаления бумаги получаем флоковое изображение, прочно зафиксированное на ткани.

Преимущества данной технологии:

- не требуется чистка изделия;
- не требуется выборка лишнего материала, как в технологии с пленками;
- «бумажный» флок короткий (0,33 мм), поэтому, взяв белый флок, можем прокрасить его в любой нужный цвет или напечатать рисунок.

И самый весомый аргумент в пользу этой технологии — можно проработать флоком очень тонкие линии до 0,5 мм, что не может дать прямое флокирование или «пленочный» трансфер.

Недостатки этой технологии флокирования:

- при несоблюдении технологических процессов нет гарантии в прочности покрытия;
- флок жестковат на ощупь.

Эта технология идеально подходит для нанесения флоком рисунка с мелкими линиями на текстиль малыми и средними тиражами.



*Рис. 5.14. Печать флоком по текстилю*

**Флок-трансфер с пленки.** Именно эта технология термотрансферного флокирования сейчас применяется намного чаще. Трансферный флок представляет собой ворс высотой 0,5 мм, уже заваренный в плавкий клей и покрытый защитной пленкой с другой стороны. Поставляется в рулонах.

Процесс нанесения включает раскройку материала на режущем плоттере, выборку ненужных элементов и печать на термопрессе.

Плюсы технологии:

- не требуется чистка;
- можно легко сделать многоцветную аппликацию с совмещением цветов или слой-на-слой;
- низкая стоимость на маленьких тиражах;

- возможность недорогого нанесения разных рисунков или надписей на каждое изделие;
- устойчивость к стирке;
- по сравнению с прямым флокированием и «бумажным» трансфером получаем четкие границы рисунка;
- возможна печать на флоке сольвентными чернилами растрового изображения с последующей приваркой на текстиль.

Минусы:

- при сложном рисунке выборка отнимает много времени;
- увеличивается стоимость изделия;
- если рисунок занимает большую сплошную площадь, чувствуется некоторая жесткость клеевой системы, особенно на тонких тканях.

Технология оправдывает себя на малых и средних тиражах для получения бархатной картинки в несколько цветов.



Рис. 5.15. Термотрансферный перенос флока

**Трансфлок для сублимации** представляет собой белый короткий (0,33 мм) флок на пленочном носителе. Для получения полноцветного бархатного изображения последнее печатается сублимационными красками на бумаге, после чего при помощи термопресса переносится на флок.

Сублимационный перенос отличается колоссальной стойкостью, так как представляет собой процесс испарения краски с листа бума-

ги под действием высокой температуры и окрашивания волокон флока.

Далее готовый трансфер вырезается по контуру и на термопрессе приваривается к изделию.

Плюсы технологии: полноцветное, очень стойкое бархатное изображение тиражом от 1 экземпляра.

Минусы: технология дорогая и требует временных затрат.

Идеально для единичных полноцветных заказов и малых тиражей.



*Рис. 5.16.* Изображения, полученные сублимационным термофлокированием



*Рис. 5.17.* Образцы сублимационного термотрансферного флокирования

## 6. БРОНЗИРОВАНИЕ И ТЕРМОГРАФИЯ

### 6.1. Бронзирование

Для улучшения внешнего вида брошюр, журналов, различного рода этикеток, упаковочных материалов, косметических товаров, проспектов, реклам и др. отдельные элементы рисунка покрываются бронзовым или алюминиевым порошком (пудрой) или краской. Такой процесс отделки печатной продукции, имитирующий печать золотом или серебром, называется **бронзированием**.

Технология бронзирования хорошо известна за рубежом с 70-х гг. и имеет широкий круг потребителей. Эта технология отделки достаточно проста, но позволяет получить ни на что не похожие по качеству оттиски.

Сам процесс бронзирования заключается в нанесении бронзировавшего порошка (бронзовой или алюминиевой тонкодисперсной пудры) или силиконового пигмента на оттиск, запечатанный специальной клеей грунтовкой.

По сравнению с печатью металлизированными красками бронзирование обеспечивает более яркий блеск оттиска за счет того, что частицы порошка располагаются на поверхности краски, а также благодаря возможности использования пигментов с большим размером частиц. Бронзирование позволяет придать продукции неповторимый блеск, глубокую насыщенность цвета, необычное дизайнерское решение и вид, а также получить реальную экономию средств. Неповторимый яркий переливающийся эффект оттиска возникает за счет большего размера частиц бронзировавшего порошка (около 12–14 мкм), тогда как в металлизированных офсетных красках он значительно меньше (3–5 мкм). Ни офсетным, ни даже глубоким способом нельзя получить ту насыщенность цвета и блеск печатного оттиска. Только глубокая печать металлизированными красками может обеспечить сравнимый с бронзированием оптический эффект, однако ее недостатком является очень высокая стоимость форм.

По сравнению с горячим тиснением фольгой бронзирование проигрывает в блеске оттисков, однако выигрывает в экономичности: во-первых, потери порошка сведены к минимуму, в то время как коэффициент использования фольги очень высок; во-вторых, офсетная или флексографская форма, необходимая для нанесения грунтовой краски, стоит значительно меньше, чем металлический штамп для тиснения. Следует отметить, что интенсивно развивающаяся технология холодной припрессовки фольги по этому показателю качества может конкурировать с бронзированием. Кроме того, технологически бронзирование значительно проще, чем альтернативные способы формирования металлических изображений: при его использовании не возникает проблем окисления металлопигментов (как при офсетной печати металлизированными красками), нет необходимости в тщательном подборе температуры (как при горячем тиснении фольгой) или в регулировании адгезионной силы клея (как при холодной припрессовке фольги).

В настоящее время фирмы-поставщики могут предложить порошки для получения более 20 золотых оттенков оттисков от светло-желтого до ярко красного, а также и новую разработку с эффектом голограммы. По сравнению с печатью «бронзовым» пантоном после бронзирования оттиски выглядят гораздо эффектней и представительней.

Оттиски, отпечатанные с использованием технологии бронзирования, помимо прекрасного внешнего вида сохраняют свой блеск и яркость при длительном хранении. Если выполняются условия хранения красок печатные свойства остаются стабильными длительный период времени.

С производственной точки зрения бронзирование не является отдельным участком по обработке печатной продукции, секция для бронзирования может быть совместима с любой печатной машиной, которая есть в производстве. С экономической точки зрения процесс является более выгодным по сравнению с горячим тиснением фольгой и печатью металлизированными красками.

Основные *преимущества* бронзирования:

- по сравнению с тиснением фольгой затраты могут быть снижены до двух раз;
- неограниченные возможности дизайна с использованием, как бронзовой пудры, так и силиконовых пигментов;
- придание оттиску яркого металлического блеска;
- широкая гамма цветов — от «лимонного золота» до цвета меди, а также платиновые и голографические оттенки.

Достижением новейших технологий являются силиконовые пигменты. Они придают оттиску богатую палитру цветов, целую гамму оптических эффектов: от мягкого сатинового и деликатного бриллиантового мерцания до вызывающего металлического блеска; цвета с переливами — прозрачные и неожиданные.

На многих видах этикетки и упаковки бронзирование может заменить фольгу, металлизированные краски, золотой лак. Применение бронзирования в сочетании с тиснением фольгой и конгревом может сделать продукцию яркой и неповторимой и выделить ее среди конкурирующих товаров. В бронзировающей машине на запечатанный грунтовой краской оттиск специальным аппаратом из бункера подается металлический порошок, который затем втирается в грунт при помощи щеток. Излишки порошка удаляются с оттиска, фильтруются и затем используются вторично. Подача порошка из емкости, а также отвод излишков с оттиска осуществляется полностью автоматически мощными вакуумными насосами. Для того, чтобы защитить металлический порошок от окисления и предотвратить его истирание, бронзированные оттиски рекомендуется покрывать лаком.

В настоящее время единственным производителем бронзировающих машин является берлинская компания *Edmond Dreissig Maschinenbau GmbH* (Германия). Так, модель *Dreissig 2500* позволяет выполнить бронзирование бумаги с производительностью до 5,5 тыс. листов в час, а картона — 6–7,5 тыс. листов в час. Полная замена порошка может выполняться двумя рабочими за 10 мин.

Существует два способа бронзирования:

- обработка оттисков, на которые предварительно нанесена специальная краска, бронзовым или алюминиевым порошком. Порошок



может наноситься на оттиски вручную или с использованием специальных бронзировавшихся машин;

- печатание специальной бронзовой или алюминиевой краской, можно использовать все способы печати — высокую, офсетную и глубокую.

Наиболее сложна печать бронзовыми красками на офсетных машинах. Эти краски имеют повышенную эмульгирующую способность по отношению к увлажняющему раствору, применяемому при офсетной печати, поэтому отпечаток бронзовой краски на оттиске получается с меньшим блеском.

Используют следующие **материалы для бронзирования:**

- **Бумага для печати с последующим бронзированием.** Бронзированием можно отделять оттиски, отпечатанные на клееной каландрированной и высококаландрированной бумаге с поверхностной плотностью от 80 до 200 г/м<sup>2</sup> с проклейкой 1,5±0,25 мм и гладкостью не менее 100 с. Лоск бумаги должен быть не менее 12° Кизера. Бумага машинной гладкости для этого вида отделки непригодна, так как пудру невозможно полностью удалить с пробельных элементов шероховатой бумаги. Также бумага должна иметь достаточную поверхностную прочность волокна и непылимость не менее 10 ед. по прибору Коркина, так как липкость краски под бронзу выше липкости обычных печатных красок. При недостаточной поверхностной прочности волокна будет наблюдаться выщипывание волокон бумаги, обуславливающее брак продукции. Бронзирование выполняют последним прогоном, когда красочная пленка основного изображения прочно закрепилась и не воспринимает металлическую пудру.

- **Краска под бронзовую и алюминиевую пудру.** Непосредственно перед бронзированием под золото и серебро получают оттиск краской соответствующего тона: при бронзировании под золото — желтого, под серебро — сине-серого. Краска должна быть вязкой, липкой. Растекаемость 38–40 мм, липкость около 3 мДж/см. Толщина слоя краски должна быть минимальной, но достаточной для хорошего закрепления пудры, также быстросохнущей, для чего после

получения подходящего тона в нее вводят крепкую полиграфическую олифу и сиккативную пасту — по 14,5% от общей массы. Тон краски подбирается соответственно цвету пудры, а именно: для бронзовой — желтый, для алюминиевой — сине-серый.

- **Бронзировавшая пудра** выпускается предприятиями по обработке цветных металлов. Бронзировавшая пудра представляет собой частицы пудры (тонко измельченная латунь или алюминий), подвергнутые специальной полировке. По внешнему виду частицы пудры представляют собой измельченный мажущийся порошок: бронзовая — желто-золотистого цвета, алюминиевая — серебристо-го цвета, без инородных примесей и твердых слипшихся комочков.

Для бронзирования применяют отечественную бронзовую пудру марок БПП, БПК и БПЛ и алюминиевую марки ПАК-1 и др. Частицы имеют лепестковую форму. Размеры тонких чешуеобразных частиц бронзовой пудры — 40–60 мкм (у специальных видов — 20–50 мкм), алюминиевой — 20–40 мкм. Степень измельчения бронзовой пудры определяется величиной остатка на сите № 0,08 (ГОСТ 3584-53), и составляет не более 0,5%. Для алюминиевой пудры величина остатка на сите № 0,075 (ГОСТ 3584-53), не более 1,6%. Химический состав бронзовой и алюминиевой пудры приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

**Химический состав бронзовой и алюминиевой пудры (%)**

Пудра	Медь	Алюминий	Цинк	Железо	Кремний	Марганец
Бронзовая (СТУ 49-1064-62)	83—87	до 1,2	до 4,5	0,84	-	-
Алюминиевая (ГОСТ 5494-50)	0,1	не менее 90	-	не более 0,7	не более 0,7	0,01

*Лабораторный контроль бумаги* проводят по ГОСТу 7629-55, 8428-57, 7585-56, 8047-56, 8048-56, 7497-55, 7583-55, 7688-55, 7501-56,

8049-62; краски — по ГОСТу 6591-53, 1044-41, 6593-53, 6941-54, 6587-53, 6597-53; бронзовую пудру—по СТУ 49-1064-62, алюминиевую — по ГОСТу 5494-50.

Пудра, поступившая на предприятие, складировается строго по партиям. Для анализа из партии отбирают до 10% банок, но не менее двух. Банки вскрывают и проверяют цвет, внешний вид пудры и отсутствие видимых без применения увеличительных приборов инородных примесей и слипшихся комочков. Затем щупом отбирают из каждой банки пробу. Все пробы тщательно перемешивают и делят на две части: одну направляют в лабораторию для анализа, другую упаковывают, опечатывают и хранят в отделе технического контроля в течение трех месяцев, на случай арбитражного анализа. В условиях производственной лаборатории, как правило, определяют содержание жиров, влаги, кроющую способность на воде (ППВ), степень измельчения, размеры частиц под микроскопом.

Для определения в пудре *жиров* навеску бронзовой пудры (1 г) или алюминиевой (0,3 г) помещают в предварительно прокаленную фарфоровую «лодочку» и во избежание распыления покрывают тонким слоем (примерно 1 мм) кварцевого песка. Пробу сжигают в токе кислорода в горизонтальной трубчатой электропечи при температуре 650–700° С. Жировые добавки в пудре имеют постоянный состав (стеарин с небольшим количеством парафина), поэтому весь углерод этих добавок сгорает в токе кислорода. Образовавшийся при этом углекислый газ затем поглощается в аппарате объемного определения углерода.

Результаты определения рассчитывают по формуле

$$F = \frac{v(P - p)}{q(273 + t)0,78},$$

где  $F$  — содержание жиров, %;  $v$  — содержание углерода, замеренного прибором, %;  $P$  — атмосферное давление ртутного столба, мм;  $p$  — упругость водяных паров при температуре опыта, мм;  $q$  — навеска пудры, г.

Для определения в пудре *влаги* навеску пудры в 1–2 г отвешивают в стаканчике с притертой крышкой и выдерживают в сушильном шкафу при температуре 80–85° С в течение 2 ч. После этого навеску охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Содержание влаги в процентах определяют по формуле

$$K_{\%} = \frac{(G_1 - G_2)}{G} 100,$$

где  $G_1$  — вес стаканчика с навеской до высушивания, г;  $G_2$  — вес стаканчика с навеской после высушивания, г;  $G$  — навеска пудры, г.

*Кроющую способность пудры на воде* или площадь покрытия воды (ППВ), определяют на поверхности воды, налитой в прямоугольный сосуд размером 500×200×100 мм. На борта сосуда кладут две стеклянные полоски шириной от 2 до 4 см, причем как борта, так и стеклянные полоски должны быть предварительно натерты парафином. В сосуд наливают такое количество воды, чтобы ее поверхность была выше кромки. На поверхности воды, ограниченной по длине двумя стеклянными полосками, при помощи алюминиевого совочка, а затем мягкой кисточкой равномерно распределяют пудру в количестве 0,1 г. Сдвигая и раздвигая полоски, добиваются такого их положения, чтобы вся ограниченная ими поверхность воды в сосуде была покрыта сплошным ровным слоем пудры, без просветов, морщин и складок. Эту часть поверхности воды измеряют масштабной миллиметровой линейкой.

Кроющую способность  $X$  пудры на воде в см<sup>2</sup>/г определяют по формуле

$$X = \frac{F}{G},$$

где  $F$  — площадь, см<sup>2</sup>;  $G$  — навеска пудры, г.

*Степень измельчения пудры* (ситовой анализ) устанавливают следующим образом. Остаток на сите № 008 для бронзовой пудры и

№ 0,075 для алюминиевой определяют просевом 3–5 г сухой пудры вручную с применением кисточки. Полноту просева проверяют над листом бумаги. По окончании просева взвешивают остаток на сите и содержимое тазика (все, что прошло через сито) на аналитических весах. Потери при просеве не должны превышать 2%. Результаты анализа выражаются в %.

Для визуального просмотра и определения размера *частиц бронзовой или алюминиевой пудры* с помощью микроскопа МИМ-7 применяется увеличение в 200 раз. Определение размера и подсчет их количества ведут последовательно в нескольких полях зрения препарата.

За линейную характеристику частицы пудры принимают ее ширину. Линейный размер пудры определяют окулярным микрометром посредством отсчета числа делений его шкалы, перекрываемых изображением частиц пудры по их ширине с точностью до 0,6 деления шкалы. Всего необходимо сделать 50–60 подсчетов. Микрофотографии дают возможность зрительно оценить размеры частиц пудры.

**Технология бронзирования** включает следующие операции:

- нанесение на участки оттиска, подлежащие бронзированию, специальной клейкой краски (грунта);
- нанесение металлического порошка (пудры);
- втирание порошка в краску;
- удаление излишков порошка.

**Ручное бронзирование.** В мелкосерийном производстве и для испытания бронзовых и алюминиевых порошков бронзирование производят вручную, при этом краска под пудру наносится как обычно на печатной машине, а пудру наносят ватным тампоном без нажима легкими крестообразными движениями. Излишки пудры снимают чистым ватным тампоном после того, как краска с пудрой полностью закрепятся. Производится это обязательно под вытяжкой, чтобы летучие частицы металлической пудры не попали в дыхательные пути рабочего.

**Машинное бронзирование.** Первая операция выполняется на машине плоской офсетной или высокой печати, а все последующие — на бронзировавшем автомате, который можно агрегатировать с любой печатной машиной. Грунтовая краска может наноситься на сухой оттиск в листовых или рулонных печатных машинах, соединенных в линию с бронзировавшей машиной. Чаще всего для нанесения грунта типографии закупают одно- или двухсекционную листовую офсетную печатную машину.

Технология машинного бронзирования включает следующие основные операции:

- зарядка самонаклада офсетной машины печатными оттисками;
- нанесение краски под бронзу на офсетной машине;
- подача печатных оттисков листоподачиком с офсетной машины в бронзировавший агрегат;
- нанесение бронзовой или алюминиевой пудры на печатный оттиск;
- втирание бронзы с помощью растирочных щеток в краску;
- предварительное удаление с печатных оттисков излишней пудры;
- полировка пудры на оттиске растирочными щетками;
- дальнейшая очистка печатных оттисков от излишней пудры и дополнительное полирование пудры бесконечными ремнями, покрытыми плюшем;
- окончательное удаление с печатных оттисков излишней пудры как с лицевой, так и оборотной стороны плюшевыми валиками;
- подача готовой бронзированной продукции на автоматический ступенчатый складчик.

Собственно процесс бронзирования (припудривание бронзовым или алюминиевым порошком) осуществляется на комбинированных (бронзировавших) агрегатах. В крупносерийном производстве этикеток и бумажной упаковки бронзирование производят на автоматах, которые подсоединяют к печатным машинам, обеспечивая непрерывное поточное производство (рис. 6.1).

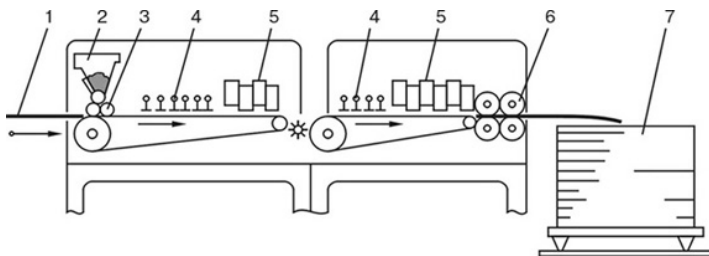


Рис. 6.1. Схема бронзировающего автомата: 1 — оттиск; 2 — бункер с металлической пудрой; 3 — накатные валики; 4 — растирочные щетки; 5 — очистные ремни; 6 — очистные валы; 7 — приемное устройство

Бронзировающий автомат состоит из системы проводки оттисков 1, шести исполнительных устройств и высокостапельной приемки готовой продукции. Нанесение металлической пудры на оттиск выполняется пудронакатным устройством, состоящим из бункера 2, дукторного вала и двух накатных валиков 3, обтянутых плюшем. Втирание пудры и полировка металлизированного слоя производится двумя системами щеток 4, движущимися возвратнопоступательно и перпендикулярно оси движения оттисков. Очистка оттиска и тыльной стороны бумажных листов выполняется бесконечными пудроочистительными ремнями 5, расположенными параллельно щеткам, а на выходе из бронзировающей камеры — очистными валами 6. Вывод продукции осуществляется на приемное устройство 7 (см. рис. 6.1).

Нкатные валы, очистительные ремни и валы бронзировающего автомата покрыты плюшем, чтобы избежать смазывания оттиска. Степень прижима первой группы растирочных щеток к оттискам постепенно возрастает по ходу продвижения оттисков в машине. Для полного удаления металлической пудры с пробельных участков оттисков на плюшевое покрытие второй группы очистительных ремней с помощью форсунок наносится водный раствор глицерина. Работа форсунок автоматизирована, причем периодичность их включения может регулироваться в широких пределах. Растирочные щетки и очистительные ремни периодически промывают авиацион-

ным бензином, а полотно транспортера — техническим этиловым спиртом.

На процесс бронзирования оказывают влияние много различных факторов, таких как пригодность сырья, работа и состояние оборудования, технология производства.

Скорость закрепления бронзового оттиска, а также совместимость процесса бронзирования с другими послепечатными операциями определяются свойствами грунтовой краски. Остатки и излишки грунтовки могут повлиять на сам процесс бронзирования и на последующую отделку продукции.

Процесс бронзирования может проводиться также по следующей схеме. Первым прогоном лист запечатывается любыми красками на любой печатной машине. Крупные участки (более  $1 \text{ см}^2$ ), которые подлежат бронзированию, предварительно запечатываются красками, имитирующими цвет бронзы, для исключения просвечивания цвета бумаги. Если необходимо бронзировать мелкие сложные элементы, то для них запечатка имитирующими красками не выполняется. Вторым прогоном на необходимые участки на офсетной печатной машине с обычных офсетных форм наносится специальный праймер-лак (по принципу выборочного лакирования). На всю поверхность листа в режиме *in line* наносится металлизированный порошок-пудра. Пудра прилипает к элементам с нанесенным лаком, оставшаяся удаляется с листа. Лакирование может производиться спиртовыми, водными и масляными лаками. При лакировании УФ-лаком рекомендуется предварительно запечатать поверхность оттиска праймером на водной основе, а затем производить лакирование.

Если отпечатанные листы формата А1 разрезались пополам, перед нанесением праймера определяют идентичность изображений по совмещению на двух разрезанных листах. В случае их различия, необходимо изготовление двух печатных форм. Если изображения на разрезанных листах одинаковы, либо печать производилась на формате А2, то праймер наносится с одной формы. Площадь элементов для праймера должна быть больше соответствующих им печатных



элементов. Треппинг должен составлять не менее 0,1 мм с каждой стороны.

Во время приладки необходимо проконтролировать параметр оптической плотности праймера на белой бумаге. Для этого необходимо через каждые 2 тыс. листов подкладывать белые чистые листы, запечатывать и замерять.

Закрепляющее лакирование производится на лакировальной машине в два прогона. При отсутствии такой возможности, второй прогон лака можно производить на офсетной печатной машине с растровым валом 120 лин/см.

Процесс нанесения на оттиски *бронзовых и алюминиевых красок* аналогичен обычному процессу печати. Бронзовая и алюминиевая краски состоят из специальных паст и разбавителей типа олифы, которые смешиваются между собой перед подачей на офсетную машину. Примерные рецептуры красок (%):

- бронзовой — 50% бронзовой пасты; 50% разбавителя (олифа);
- алюминиевой — 30% алюминиевой пасты; 70% разбавителя (олифа).

Бумага, используемая для печати бронзовой и алюминиевой красками, должна иметь гладкость не менее 70 с, лоск не менее 13° Кизера, впитывающую способность не менее 27 с и проклейку не менее 1 мм. При печатании бронзовыми или алюминиевыми красками очень важно правильно отрегулировать печатную машину. Следует обеспечить минимальную подачу воды и уменьшить давление прессы (зазор между контрольными кольцами офсетного и печатного цилиндров — не менее 3,5 мм).

При печатании бронзовыми красками использование биметаллических печатных форм имеет явные преимущества, так как эти формы требуют для увлажнения значительно меньше увлажняющего раствора, чем обычные офсетные (формы, изготовленные на алюминии).

Смешивать бронзовую пасту с разбавителем — олифой и разбавителем Р-51 необходимо за несколько часов до начала работы в расчете на одну, максимально — две смены работы. При более дли-

тельном хранении бронза тускнеет, и в процессе печати увеличивается эмульгирование краской увлажняющего раствора. В отличие от бронзовой — алюминиевая краска сохраняется более продолжительное время.

Качество имитации золота и серебра при печатании красками уступает качеству, получаемому при обработке оттисков пудрой, так как частицы металла в бронзовой и алюминиевой краске не лежат на поверхности, а в значительной степени «утоплены» в связующем веществе.

Использование бронзовой и алюминиевой красок имеет и свою положительную сторону — снижается трудоемкость на единицу продукции, так как отпадает надобность в бронзировавшем агрегате. Печать бронзовой или алюминиевой красками после лакирования заметно ухудшает оттиск, ввиду чего лакировать изделие следует до нанесения краски.

Качество бронзированной продукции и продукции, отпечатанной бронзовой и алюминиевой красками, **контролируется** отделом технического контроля. К продукции предъявляются определенные требования.

Бронзовая или алюминиевая пудра должна давать на печатных оттисках блестящие плотные изображения, прочно закрепленные и неосыпающиеся. Допускается небольшое запыление (забронзирование) фона, не искажающее цвета. На нелакированной продукции возможно незначительное отмарывание порошка, не искажающее рисунка и не обнажающее его бронзированных деталей. Печать бронзовой или алюминиевой красками должна соответствовать пробному печатному оттиску. Необходимо добиваться, чтобы слой краски был равномерно распределен по всему рисунку, хорошо пропечатан, без прорывов и оголения рисунка. Краска должна давать изображение с удовлетворительным блеском, не отмарываться после высыхания.

Бронзовый порошок наносить равномерным слоем минимальной толщины. Укрывистость слоя на печатных элементах — 100% (без просветов, проплешин, и т.п.). Не допускается наличия порошка на

пробельных элементах, обороте и торцах листа. Необходимо пальцем проверять закрепление бронзы через каждые 200 листов. Осыпание должно быть минимальным.

Паллеты с отбронзированными листами на приемном столе должны иметь ровный сформированный вид, их нужно снабжать ярлыками, на которых указывается порядковый номер паллеты, дата, время изготовления.

Все банки с праймером после окончания работы необходимо плотно закрывать крышкой для предотвращения его полимеризации (образования красочной пленки). В противном случае дальнейшее применение будет затруднено. Последующее закрепляющее лакирование осуществляется по прошествии не менее 48 часов. Лакируют в соответствии с порядковыми номерами на ярлыках паллет, начиная с наименьшего.

Необходимо соблюдать основные *правила техники безопасности* на бронзироваальном агрегате. Перед началом работы надевают спецодежду, застегивают ее, подвязывают рукава, убирают волосы под косынку или берет. Нельзя работать на бронзироваальных машинах без респираторов или марлевых масок.

До начала работы следует проверить исправность машины, смазать трущиеся части, проверить наличие и состояние ограждений. Все замеченные неисправности должны быть тотчас же устранены. Перед началом работы обязательно включить вытяжную вентиляцию и убедиться в исправной ее работе. Перед пуском бронзироваальной машины необходимо убедиться в отсутствии рабочих в опасных зонах машины и дать предупредительный сигнал о пуске.

Чтобы бронзовая пыль не загрязняла воздух помещения, надо в процессе работы следить за герметичностью установки и исправностью вентиляции и фильтров.

Запрещается на ходу машины смазывать и чистить ее, удалять застрявшие в валиках и щетках листы, заливать маслом или водой фильтры и удалять из них осевшую бронзу. Засыпать бронзовый порошок в бункер следует осторожно, не поднимая высоко совок. Щетки и ремни очищать пылесосом.

Пуск оборудования осуществляется в следующем порядке: включают вентиляцию, пускают бронзироваальный агрегат, затем бронзонакатное устройство и офсетную машину. По окончании работы и выключении агрегата тщательно очищают все его части от пыли и пудры, осматривают машину и записывают состояние оборудования в журнал.

## 6.2. Термография

**Термография** в полиграфии — это образование рельефа на оттиске за счет специального порошка, наносимого на невысохшую краску или лак, который прилипает и расплавляется на ней под действием температуры. Продукция термографических установок всегда выглядит респектабельно, даже если сама печать не очень удалась. Термография (термоподъем или рельефная печать), добавляет интересный рельефный эффект разнообразной полиграфической продукции (рис. 6.2).



*Рис. 6.2.* Фрагмент оттиска, выполненного с применением термографии

Суть процесса состоит в том, что свежий оттиск посыпается легкоплавким порошком, который прилипает к краске. С пробельных участков порошок удаляется стряхиванием, обдувом или тем и другим одновременно. После этого лист подается в зону сильного нагрева, где порошок оплавляется и образует выпуклый глянцевый

рельеф на рисунке. Печатный слой, полученный данным способом, имеет значительный рельеф и глянцевую поверхность, устойчив к воздействию влаги и жидких химических веществ.

Термография применяется для придания объема элементам изделия (товарные знаки, логотипы и т.п.), а также в изготовлении визитных карточек, фирменных бланков, приглашений, упаковки, ценников, открыток, папок, литературы для слабо видящих и др.

Недостатками термографии является невозможность воспроизведения шрифтов менее 10 пунктов, линий, толщина которых менее 0,5 мм и плашек, а также воспроизведение исключительно одного цвета и только на бумаге. Термография позволяет получить рельеф подобно конгревному тиснению, но при этом не требуется изготовление штампа.

*Термографический процесс* состоит из следующих операций:

- отпечатанная бумага поступает с печатной машины на конвейер;
- термографический порошок рассыпается поверх всего листа, а конвейер одновременно продвигает свежотпечатанный лист;
- термографический порошок прилипает к сырой краске;
- лишний порошок убирается и сохраняется для повторного использования;
- покрытый порошком лист проходит через печь.

Наиболее широко распространены прозрачные бесцветные порошки, но встречаются и золотые, серебряные, жемчужные. При использовании цветных порошков исходный оттенок «поднимаемого» изображения не имеет значения.

Для термоподъема чаще всего используются автономные машинки с ручной подачей листов. Обработать на них офсетные оттиски нужно не позднее, чем через десять — двадцать минут после печати, иначе краска подсохнет, и порошок ляжет неравномерно. Впрочем, обработке подлежит печатная продукция, полученная не только офсетным способом. Отличный эффект объемности достигается и после высокой, трафаретной печати и даже при использовании ризографов. Термография, как и другие способы полиграфического производства, дает простор для дизайнеров. Например, очень выигрышно смотрится

сочетание разных термopopoшкoв, или выборочная обработка какого-либо одного цвета. Последнее достигается термopодъемом бесцветного лака, специально нанесенного последним прогоном (эффектные «капельки росы» на изображении листвы).

Там, где визитки с термopодъемом являются основной продукцией, применяют метод *on line*: вместо приемной тележки к печатной машине подкатывают приемный транспортер термографической установки, который сразу же подает листы в зону нанесения порошка и обжига. Такая связка идеальным образом решает проблему с закреплением краски и значительно сокращает время получения продукции и отходы макулатуры.

Помимо свежей краски двумя составляющими термографии являются термографический порошок и термограф — специальный аппарат туннельного типа, где происходит напыление порошка на оттиск, удаление его излишков с незапечатанных областей и далее термopодъем при температуре порядка 180° С.

Дизайнеру и заказчику термopечати следует придерживаться следующих *рекомендаций*:

- требования к предоставлению электронных макетов для термографии идентичны требованиям к офсетной печати;
- использование растровых изображения и полутонов нежелательно, так как за маленькие растровые точки плохо и неравномерно цепляется порошок;
- нежелательно использование больших заливок (плашек) и мелкого текста или тонких линий одновременно, так как большие плашки требуют применения порошка крупной зернистости;
- дисперсность порошка (размер частичек порошка) подбирается типографией самостоятельно на основании анализа макета (табл. 6.2):

Таблица 6.2

№ частицы	Рекомендации к применению
09	Плашки, крупные детали
11	Крупные и средние детали, плашки
14	Средние и мелкие детали, тонкие линии
18	Мелкие детали и тонкие линии

- нужно избегать точного совмещения термографического изображения с изображениями, отпечатанными другими технологиями, так как при печати и сушке тиража у бумаги немного меняются геометрические размеры, поэтому идеального совмещения добиться крайне трудно. Для таких работ обязательно используют треппинг;
- используя не более чем два цвета, стараются учитывать, что печать будет производиться в несколько прогонов, так как печатная машина двухкрасочная и совмещение между прогонами не идеальное из-за термообработки бумаги;
- большая часть бумаг для офсетной печати подходит для термоподъема, но некоторые не могут выдержать нагрев до температуры таяния порошка (120–200° С). Например, некоторые виды многослойной кальки свойлачиваются при таком нагреве;
- на гладких бумагах и картонах термоподъем выглядит объемнее и заметнее, чем на тисненых картонах;
- приемы термографии применимы как глянцевым, так и к матовым бумагам. При работе с пленками или ПВХ, чувствительными к температурному воздействию, необходим тщательный подбор теплового режима воздействия;
- при заказе фирменных бланков с термоподъемом, уточняют, планируется ли последующая надпечатка на них с помощью лазерного принтера. Так как при нагреве более 120° С порошок может начать плавиться повторно, что может привести к выходу принтера из строя. В этом случае рекомендуется заказать персонализированные фирменные бланки и письма, если это возможно. Если все же планируется печатать лазерным принтером на бланках с термоподъемом, то можно применить специальный эффект «УФ-отверждение», который не позволит плавиться смоле повторно. Правда, стоимость изготовления бланков с таким эффектом в 2–3 раза дороже, чем с обычным термоподъемом.

Иногда пытаются делать термоподъем «на табуретке»: вручную посыпая лист и нагревая его феном, но производительность и качество такой продукции будет серьезно уступать автоматизированному процессу.

С помощью термографии можно получить следующие **специальные эффекты**:

- *Металлизированный эффект.* При печати используется порошок с металлизированными пигментами (золото или серебро), который придает оттиску блеск. Еще интереснее эффект получается, если наносить серебряный порошок не на серебряную, а на синюю краску.
- *Перламутровый эффект.* Рельефное изображение получают цвета заказанной краски, но с перламутровым отливом выбранного цвета (красный, синий, зеленый).
- *Флюорисцентный эффект.* Для получения этого эффекта применяют непрозрачный порошок с яркими флюор-цветами (ярко-белый, салатовый, оранжевый, пурпурный, ярко-синий).
- *Светящийся эффект.* Этот эффект получают, используя прозрачный порошок со светящимся эффектом. Краска на которую нанесен этот порошок, светится в темноте.
- *Термоподъем с блестками.* Глиттеры (мелкие блестки) смешиваются с порошком и наносятся на прозрачную или цветную краску. В итоге получается выпуклое изображение с искрящимся изображением.

Более интересных эффектов можно добиться при использовании термоподъема при полноцветной печати. Подвергающаяся обработке краска должна быть последней в процессе нанесения на лист. Например, если необходимо придать легкий рельеф волнам при печати морского пейзажа, термopорошок добавляют в голубую краску. Используемый при термоподъеме полноцветной печати порошок должен быть бесцветным, иначе может нарушиться цветопередача.

Интересные эффекты могут достигаться за счет смешивания различных видов термopорошка. Например, смешивание голубой триадной краски и бесцветного и серебряного порошков придает оттиску эффект «металлик». Возможно запечатывание лаком с последующим термоподъемом цветными порошками. Такой прием нежелателен для текстов, набранных мелким кеглем или шрифтом с тонкими штрихами.

**Оборудованием** для этого процесса является, как правило, транспортер с расположенными над ним лампами ИК-обогрева или



другими нагревательными элементами. Кроме того, в термографии предусматриваются устройства:

- для дозированного нанесения порошка;
- для удаления излишка термopорошка;
- камера охлаждения с вентиляторами.

Наличие перечисленных устройств определяется классом установки: ручная, полуавтоматическая или автоматическая. Термографическая установка может быть пристыкована к печатной машине с синхронизацией хода.

Оборудование для термографии можно рассмотреть на примере термографических установок, выпускаемых фирмой *THERM-O-TYPE*. В линейке термографов с ручной подачей листа производства *THERM-O-TYPE* две модели, предназначенные для среднетиражного производства визиток, открыток, бланков, конвертов и др. Обе модели оснащены высокомошными вентиляторами и модернизированной системой напыления порошка.

Термограф модели *T* — полуавтоматический, технологичный и легкоуправляемый аппарат. Производительность этого аппарата может достигать 1000–1500 листов в час. Из подающего лотка, куда бумага укладывается вручную по одному листу, изделия подаются в узел нанесения порошка. На выходе из этого узла установлено роликoвое устройство с виброприводом. Такое устройство позволяет стряхнуть с листа не закрепившийся на краске порошок обратно в бункер. Далее лист по конвейеру попадает в тепловую камеру, где под воздействием ИК-нагревателей порошок плавится и поднимается.

Термограф модели *Super T* с ручной подачей листа позволяет обрабатывать средние и большие тиражи продукции. В этой модели установлен изобретенный и запатентованный фирмой *THERM-O-TYPE* ИК-нагревательный элемент *Vycor*, в котором не применяется асбест. Такой нагреватель позволяет экономить до 30% электроэнергии, что очень актуально для типографий, где постоянное и высокое потребление электроэнергии. Кроме этого достоинства термограф *Super T* работает на 20% быстрее, чем модель *T*.

Кроме термографов с ручной подачей фирма *THERM-O-TYPE* производит аппараты, устанавливаемые в линию с офсетной или трафаретной машиной. Такие термографы обеспечивают высокую производительность и подходят для типографий, профессионально занимающихся выпуском открыток, элитной упаковки и другой представительской печатной продукции. Эти термографы потребляют не более 7300–8700 Вт/час электроэнергии, что в несколько раз ниже, чем все известные на рынке термографические аппараты. Автоматические модели производства *THERM-O-TYPE* объединены в серию *Green Machine*. Время подготовки машин к работе сведено к минимуму, так как время нагрева тепловой камеры составляет менее 8 мин. Кроме этого, все аппараты *Green Machine* отличаются исключительно низким уровнем шума, функционируют без задержек при смене режимов работы, ожидании нагрева или охлаждения.

Все термографы *Green Machine* оснащены изоляционными заслонками, установленными в конце нагревающего тоннеля и запатентованными фирмой *THERM-O-TYPE*. В режиме *Standby* заслонки автоматически закрываются во избежание потерь тепла. Во время работы эти заслонки автоматически открываются. Благодаря этому вентилятор не перегревается, а время нагрева камеры минимизировано, и, соответственно, потребление энергии, необходимой для поддержания нужной температуры уменьшается в несколько раз. Все эти усовершенствования машины позволят работать более продуктивно, выполнять любые виды работ и с наименьшими затратами энергетических и трудовых ресурсов. Для термографии используют следующие **материалы**.

*Термографический порошок* получают путем размола полимерных частиц с последующей очисткой. Далее порошок проходит несколько узлов химической и других видов очистки для снижения статики и придания необходимых свойств. Порошок, применяемый для термоподъема, отличается дисперсностью своих частиц. Как правило, мелкие порошки применяют для отделки мелких штрихов и тонких линий, а крупные используются для украшения открыток, для подъема больших площадей краски и толстых плашек, так как

обеспечивают более высокий рельеф и ровную структуру на больших пространствах. Каждый порошок обозначается номером: например, № 18 — мелкодисперсный, № 14 — универсальный, № 9 и № 11 — порошки с крупными частицами. Термографический порошок также различается по цвету — может быть прозрачным, матовым, белым, а также серебряным и золотым. При использовании прозрачного порошка получается цвет краски, которым печатали с прозрачной линзой сверху, а, применяя золото и серебро, можно получить интересные эффекты выпуклых золотых и серебряных элементов печати.

Помимо порошка в термографии довольно часто используются добавки — *цветные глиттеры*. Это металлизированные частицы, размолотые до нужной дисперсности и добавляемые в прозрачный порошок для придания красивого блестящего эффекта печатной продукции. Именно этим способом производится основная масса праздничных открыток, которые привлекают внимание интересным оформлением.

### **Контрольные вопросы**

1. Определите назначение и способы бронзирования.
2. Какие материалы используются для бронзирования?
3. Как проводят испытания пудры для бронзирования?
4. Какие существуют технологии бронзирования?
5. Как проводят контроль качества бронзированной продукции?
6. Перечислите основные правила безопасной работы на бронзировавшем агрегате.
7. Определите назначение и технологию термографии.
8. Какие существуют специальные эффекты термографии?
9. Опишите оборудование для термографии.
10. Какие материалы применяют при термографии?

## 7. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ

### 7.1. Основные способы механической и лазерной отделки

**Механическими способами отделки** листовой печатной продукции называют все способы силового воздействия на полуфабрикаты с целью изменения фактуры и рельефа их поверхности, сопротивления изгибу, размеров и конфигурации, уменьшения прочности на разрыв.

Совокупность технологических операций, обеспечивающих придание этикеточной и упаковочной продукции необходимой формы, формирование конструктивных элементов упаковки, называют **штанцеванием**. Качество выполнения штанцевания определяет точность геометрических размеров этикетки и упаковки. В процессе штанцевания выполняются следующие операции:

- высечка контура этикетки или развертки упаковки;
- биговка линий сгибов на развертке упаковки;
- перфорирование;
- рицовка.

**Высечка** предназначена для придания печатной продукции, буклетам, книжным изданиям в обложке, этикетке и упаковке требуемой формы в соответствии с их конструкцией и замыслом художника. Высечка является обязательной операцией при изготовлении многих видов этикеток, упаковок, картонной тары, игрушек, почтовых конвертов, применяется также в рекламных изданиях и изданиях для детей дошкольного и младшего школьного возраста, изготавливаемых по специальному заказу издательства.

Для получения изделий и изданий сложной формы применяют три способа механической высечки (рис. 7.1):

- ножевая резка возвратнопоступательно движущимся фигурным ножом;
- ножевая резка неподвижным фигурным ножом;

- ротационная высечка;
- лазерная высечка.

*Ножевая резка возвратнопоступательно движущимся фигурным ножом* используется в тигельных прессах тяжелого типа. Высекальные прессы тяжелого типа позволяют обрабатывать листовые полуфабрикаты большого формата, различной толщины и жесткости. На прессах с программным управлением штамп после каждого цикла перемещается в новое положение, что позволяет на оттисках располагать несколько десятков одинаковых изображений малого формата. Они универсальны, могут обрабатывать любую продукцию, но скорость их работы невелика, поэтому они применяются преимущественно в производстве крупноформатной упаковки и тары.

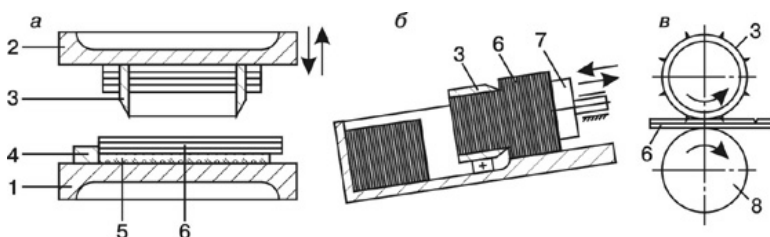


Рис. 7.1. Схемы высечки: *а* — ножевой резки; *б* — неподвижным ножом; *в* — ротационной; *1* — неподвижная плита; *2* — подвижная плита; *3* — фигурный нож; *4* — упор; *5* — марзан; *6* — полуфабрикат; *7* — толкатель; *8* — опорный вал

Ножи для высечки на тигельных прессах изготавливаются из узкой (порядка 25 мм) полосовой высокоуглеродистой стали марки У8 и других марок различной твердости: сталь твердостью 60 ед. по Роквеллу используется для ножей с большим радиусом закругления, а твердостью 54 ед. — с малым радиусом. Если высечку делают по периметру заготовки или изделия, то выполняют одностороннюю заточку лезвия (одно- или двухгранную) и нож изгибается по контуру рисунка фаской наружу, в сторону обрезков. При высечке отверстий («окон») лезвие затачивается также с одной стороны, но нож

изгибается фаской внутрь, в сторону отсекаемой части заготовки или изделия. Если обе части объекта обработки являются деталями изделия (например, мозаичной головоломки), то заточку лезвия делают двухсторонней, двух- или четырехгранной. После гибки концы ножа свариваются, а место сварки обтачивается и шлифуется. Готовый нож крепится в колодке из толстой многослойной фанеры, в которой заранее пропиливается фигурный паз по форме ножа.

При подготовке тигельного высекального прессы к работе на его нижней плите устанавливаются или приклеиваются упоры, обеспечивающие точное совмещение высеки с контуром изображения оттисков, и марзан (твердая опора из дерева или пластика), обеспечивающий полноту высеки и предотвращающий повреждение кромки лезвия ножа. Высекальный нож с помощью фанерной колодки крепится к верхней плите прессы с учетом расположения оттиска и картонной заготовки упаковочного материала на его нижней плите. Чтобы обеспечить высокое качество продукции и долгосрочную эксплуатацию дорогого оборудования, высекальный нож следует располагать близ центра приложения силы, которая на тигельных прессах при полной нагрузке составляет несколько МН (десятков тонн-силы).

*Ножевая резка неподвижным фигурным ножом* (рис. 7.1, б) используется в малогабаритных и простых по конструкции полуавтоматах, исполнительные механизмы которых (толкатель с гидравлическим приводом, сквозной фигурный нож, желоба укладки и приемки) располагаются под небольшим, порядка  $15^\circ$ , наклоном к горизонту. Сам принцип продавливания стопы заготовок через сквозной нож не позволяет делать ножи сложной конфигурации, поэтому он используется преимущественно в массовом производстве этикеток, карманных календарей и другой продукции прямоугольной формы с закругленными углами. Фигурные ножи изготавливаются из более широкой (порядка 100 мм) полосовой стали, а для готовых ножей делаются специальные оправки или к ним привариваются детали, необходимые для надежного крепления к корпусу гидросистемы толкателя или приемного стола.

Простая конструкция прессов с неподвижным ножом требует малого времени на переналадку при смене заказа: необходимы лишь смена ножа и регулировки положения накладного стола и стенки по отношению к ближайшим кромкам лезвия. Производительность высекальных прессов с неподвижным ножом довольно высока: полуавтомат за один цикл работы обрабатывает стопу высотой 10–12 см, т.е. несколько сотен экземпляров заготовок. К недостаткам можно отнести относительную сложность изготовления ножа из широкополосной стали, сравнительно сложную систему его крепления, малые размеры (площадь до 2 дм<sup>2</sup>) получаемых изделий.

*Ротационная высечка* (рис. 7.1, в) предполагает использование фигурного ножа, режущая кромка которого расположена на цилиндрической поверхности и марзана. Этот тип высечки требует очень высокой точности изготовления инструментов, поэтому ножи делают из высококачественной калиброванной стали с применением лазерного гравирования на прецизионном оборудовании. Цилиндрические ножи обычно изготавливают из обрезков тонкостенной трубы или из листовой стали. В последнем случае ножи устанавливаются на цилиндрах, снабженных электромагнитной системой крепления. Ротационная высечка может выполняться на специальном оборудовании или в секциях рулонных машин специальных видов печати. Приводка высечки (совмещение контуров лезвия ножа и многоцветного оттиска) выполняется обычными средствами, используемыми в рулонных печатных машинах, — регистровыми валиками, изменяющими длину пути бумажного полотна от печатной секции до секции высечки, и осевым смещением рулона.

Способ ротационной высечки находит широкое применение в массовом производстве самоклеящихся этикеток, когда высечка делается только на толщину материала, а защитная антиадгезионная подложка служит своеобразным марзаном для цилиндрического фигурного ножа. Этот способ требует больших затрат на приобретение специального оборудования и изготовление ножей, но высокая производительность, возможность агрегатирования с печатанием и гуммированием оттисков и автоматизации наклейки фигурных эти-

кеток на изделия делают его вполне конкурентоспособным в производстве различных этикеток.

Самой современной и высокоточной технологией высечки этикеток и изготовления пазов в штальцевальных формах является *лазерная*. Среди многочисленных достоинств лазерной резки необходимо отметить такие, как:

- полностью автоматизированный процесс высечки этикеток и изготовления прорезей любой сложности, а также пробойников, крепежных отверстий и т.п.;
- очень качественный, чистый рез, даже при использовании толстых материалов;
- возможность резки очень сложных контуров, в том числе и малых размеров;
- отсутствие разрушения входных кромок, в отличие от других технологий;
- невысокая цена изготовления единичных экземпляров, например промышленных образцов (по сравнению со стоимостью высечки, полученной с помощью вырубного штампа).

Лазерное режущее устройство — это достаточно сложное и дорогое оборудование. Помимо источника лазерного излучения оно включает координатный стол и управляющую систему с числовым программным управлением.

Лазерная высечка в нашей стране используется достаточно редко из-за высокой стоимости, хотя оборудования такого класса в России предостаточно, как отечественного, так и импортного. Российскому заказчику проще и дешевле попросить дизайнера переделать слишком сложный контур высечки (например, увеличить расстояние между режущими ножами), чем пользоваться специальной технологией. Тем более, что при увеличении тиража стоимость высечки одного экземпляра не падает, как при использовании штампов.

При принятии решения об использовании данной технологии, например, для производства эксклюзивных изделий, рекомендуется сначала проверить, как будет вести себя материал при такой обработке. На некоторых заготовках могут оставаться следы ожогов, что



вряд ли улучшит их внешний вид. Некоторые производители бумаги указывают, какие сорта их продукции можно использовать для лазерной резки. Например, компания *August Koehler* рекомендует для этого применять такие сорта производимой ею бумаги, как *Superwhite Bond Paper*, *Superwhite Ivory Board*, *Index Board*, *Buff Ivory Board*, *Marble Cover*.

Лазерное оборудование производят как отечественные фирмы («Исток-Лазер»), так и зарубежные (*Lasercomb*, *Elcede*, *Trumpf Trotec*).

В зависимости от характера продукции высечка может быть пакетной или полистовой.

По форме высекальных инструментов высечка подразделяется на плоскую и ротационную.

*Пакетная высечка* применяется в производстве «сухих» этикеток. В процессе такой высечки стопа заготовок под давлением плиты высекального пресса проталкивается через штамп. Для повышения точности стопа может зажиматься между плитой пресса и специальным прижимающим устройством. Высекальные прессы иногда оснащаются различным дополнительным оборудованием, позволяющим автоматизировать выполнение вспомогательных операций (подачу стоп высеченных этикеток и т.д.). Пакетная высечка характеризуется очень высокой производительностью.

*Полистовая высечка* применяется при производстве самоклеящихся этикеток и различных видов упаковки. Инструментами служат плоские или ротационные ножи-штампы. Полистовая высечка производится на тигельных и ротационных прессах. Операционные автоматические тигельные прессы широко используются при производстве картонной упаковки. Ротационные секции высечки встраиваются в печатно-отделочные линии.

При мелкосерийном и единичном производстве картонных коробок широкое распространение получили так называемые челночные устройства, в которых штамп с уложенной на него заготовкой прокатывается через ротационную печатную пару. После операции высечки производится удаление обрезков (облоя).

**Биговка** — нанесение на материал линий сгибов в виде выдавленных канавок, по которым в дальнейшем будет производиться фальцовка. Биговка предназначена для снижения жесткости упаковочного материала по линиям будущих сгибов.

**Перфорирование** — высечка цепочки отверстий небольшого размера. Она может служить для облегчения фальцовки упаковки за счет удаления излишков материала с фальца. Обычно перфорация выполняется плоским и дисковым зубчатыми ножами.

**Рицовка** — выполнение надреза поверхности материала. Рицовку выполняют в местах склейки деталей упаковки. Благодаря проникновению клея в надрез достигается повышение прочности клеевого скрепления.

## 7.2. Пакетная высечка продукции

**Пакетная высечка** продукции из стопы предназначена для получения наружных контуров в прямоугольно раскроенной стопе материалов.

Исходными материалами являются предварительно разрезанные или сфальцованные и сшитые стопы из этикеточной, мелованной для художественных изданий, металлизированной, пергаментной, фильтровальной бумаги, картона, толстого картона, полиэтиленовой и полипропиленовой пленок, склеенной алюминиевой пленки, кожи, упаковок, древесно-стружечных плит.

На высекальном оборудовании можно изготавливать следующую продукцию: этикетки; бандероли; сшитые брошюры; кредитные и игральные карты; детские книги со сложным контуром; паспорта; блокноты; крышки из металлической фольги; почтовые карточки с отлитой скругленной кромкой или округленные этикетки (без высечки центрального отверстия); меню; календари разных видов; ярлыки для одежды; полосы носителей данных для электронных устройств; упаковку для пищевых и не пищевых продуктов; выкройки для почтовых конвертов, пакетов семян, сигаретных пачек и сумок; проспекты; крышки для пива и т.д.

Для изготовления перечисленной продукции применяются следующие **способы** пакетной высечки: высечка продукции с подачей материала на неподвижный штамп; высечка продукции из неподвижного материала подвижным штампом; полная высечка внешнего замкнутого контура; отделение углов; закругление углов; односторонняя, двухсторонняя, и трехсторонняя обрезка;

- высечка с непрерывным проталкиванием материала через штамп;
- высечка с противодавлением;
- высечка с прижимом стопы подаваемого материала;
- высечка продукции из прямоугольных заготовок-двойников, полученных путем предварительной разрезки полноформатной стопы на полосы и полос на заготовки;
- высечка продукции из прямоугольных заготовок, полученных путем предварительной разрезки полноформатной стопы на полосы и полос на заготовки;
- высечка продукции из полосового материала, полученного предварительной разрезкой полноформатной стопы на полосы (см. рис. 7.5);
- высечка продукции из полноформатной стопы материала.

Работа высекального устройства, действующего по принципу **непрерывного проталкивания материала** (стопы прямоугольных заготовок) через высекальный штамп за рабочий ход плиты пресса, поясняется на рис. 7.2.

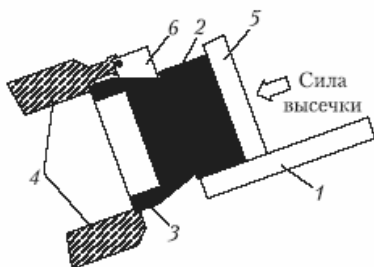


Рис. 7.2. Высекальное устройство: 1 — лоток подачи; 2 — стопа прямоугольных заготовок материала; 3 — штамп; 4 — штамподержатель; 5 — прессующая плита; 6 — разделительный нож

Высекальное устройство включает *L*-образный лоток подачи *1* стопы прямоугольных заготовок материала *2*; штамп *3*, закрепленный в штамподержателе *4*; прессующую плиту *5* механизма давления с приводом от гидроцилиндра; разделительный нож *6*; лоток вывода продукта (на рис. 7.2 не показан).

Работа высекального устройства состоит в следующем. Стопа прямоугольных заготовок *2* укладывается на почти горизонтальный лоток подачи *1* между штампом *3* и плитой *5* прессы. Плита *5* проталкивает материал через закрепленный штамп до лотка вывода. Разделительный нож *6* прорезает обрезки и отделяет их от продукта.

Для увеличения срока службы штампа небольшая стопа заготовок в несколько миллиметров должна оставаться перед штампом и высекается при следующем рабочем ходе плиты прессы. Рабочий ход плиты регулируется индивидуально.

Данный способ высечки характеризуется небольшим количеством отходов размером до 3 мм, что обеспечивает высокую экономичность производства. Таким образом устраняется обработка уступами, образование заусениц. Непрерывный процесс высечки за большой рабочий ход прессующей плиты повышает производительность высекальной машины.

Большое удобство предоставляет двусторонний лоток подачи, выполненный в виде угольника, на который устанавливается стопа заготовок материала. Кроме двух лежащих внизу опорных плоскостей угольника другие опорные поверхности при высечке не нужны. При загрузке оператор не подвергается опасности, потому что штамп закрывается остатками заготовок. Для этой же цели рабочий ход плиты прессы включается только после того, как оператор закончит операцию подачи стопы заготовок на подающий лоток.

Данный способ высечки устраняет образование пробок из обрезков. Нарезанные кромки отходов удаляются под воздействием силы тяжести. Высекальное устройство имеет большую технологическую гибкость, заключающуюся в изготовлении этикеток от малого (10 × 10 мм) до большого (330 × 380 мм) формата. Только одно движение машины — горизонтальный ход плиты прессы гарантирует высокую точность высечки по сравнению с двухходовым принципом.

Минимальный допуск на высеченную продукцию (0,2 мм) обеспечивает выполнение дальнейшего технологического процесса без каких-либо проблем. Это, прежде всего, относится к надежности функционирования машин для приклейки этикеток и устройств для считывания кредитных карт, к которым предъявляются требования стандарта *ISO* и которые должны читаться машиной.

При *высечке с противодавлением* прямоугольные заготовки в стопе **2** продавливаются плитой **5** пресса с гидравлическим приводом через высекальный штамп **3**. С задней стороны штампа на стопу воздействует матрица **7**, находящаяся в высекальном штампе и нагруженная пневматическим противодавлением (рис. 7.3), благодаря которому материал выравнивается и спрессовывается, прежде чем более сильное гидравлическое давление преодолит пневматическое сопротивление матрицы и протолкнет в спрессованном состоянии заготовки через штамп.

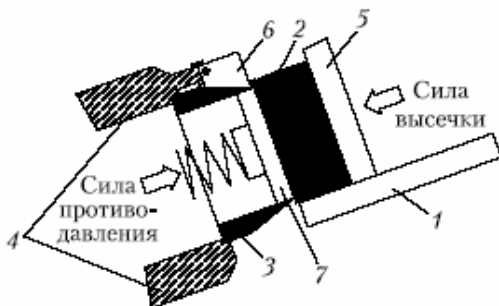


Рис. 7.3. Высекальное устройство с механизмом противодействия:

- 1 — лоток подачи; 2 — стоп заготовок; 3 — штамп; 4 — штамподержатель;  
5 — плита пресса; 6 — разделительный нож; 7 — матрица  
механизма противодействия

В результате получается высокоточная высечка, которую невозможно достичь при проталкивании без противодействия.

После рабочего хода высечки цилиндр механизма противодействия сталкивает высеченный материал назад в лоток подачи, из ко-

того он вынимается. Нужно отметить, что производительность снижается примерно наполовину.

Несмотря на снижение производительности, высечка с противодействием находит применение при особых требованиях к точности изготовления крупноформатных этикеток, которые могут по причине недостаточной жесткости материала выпадать перед высекальным штампом, а также при высечке продукции из синтетических пленок.

**Высечка с прижимом стопы подаваемого материала.** При определенных форматах и материалах в процессе высечки может происходить выдавливание вверх еще не высеченной стопы на лотке подачи. Печатное изображение и линии высечки в одной стопе тогда не будут соответствовать друг другу. Этот эффект находится в зависимости от высоты стопы заготовок и может возникать при обработке следующих заготовок: длинных и одновременно узких форматов (горловое кольцо, стеклянная упаковка и коробки); заготовок, которые не лежат ровно перед высекальным штампом, например, из-за одностороннего наслоения краски, перфорации, тиснения; заготовок в виде сфальцованной и сшитой продукции. Такая продукция приводит к образованию клина вследствие различной толщины материала.

В случае нецелесообразности снижения высоты вложенной пачки прижим может устанавливаться в отверстие зажимного кулачка, который базирует и держит высекальный штамп по заднему торцу со стороны места выдавливания.

**Высечка из заготовок-двойников.** С целью экономии материала полоса может содержать две заготовки, например, этикетки для моющего средства и какие-либо аналогичные печатные изделия. Заготовки располагаются в шахматном порядке, при этом вторая повернута на 180° (рис. 7.4).

Процесс высечки выполняется в два хода. Полосы вкладываются в машину стопами чаще всего по 1000 листов (рис. 7.4, а). При первом ходе высечки вырубается нижняя заготовка, лежащая в лотке подачи, в то время как верхняя полоса отделяется от заго-

товки (рис. 7.4, б). Эта верхняя полоса проходит рядом с ножом на держателе, который помещен на лотке подачи. Верхняя «проходящая мимо» заготовка вынимается вручную из держателя, поворачивается на  $180^\circ$  и помещается для второго хода высечки в машину (рис. 7.4, в). Положение штампа при этом не меняется.

Данный метод осуществляется благодаря технологическому принципу, заложенному в конструкцию машин для сквозной высечки, заключающемуся в том, что стопе полос необходим только один прямой базировочный угол. Этим прямым углом стопы вкладываются в лоток подачи высекальной машины. Другие две стороны стопы, направленные в сторону обслуживания, могут иметь любую форму.

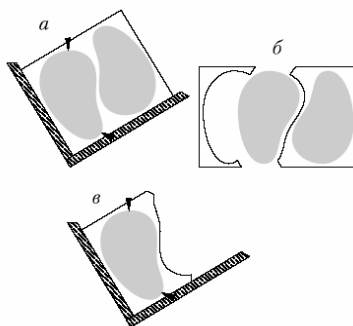


Рис. 7.4. Этапы высечки из заготовок-двойников: *а* — закладка полосы в машину стопами; *б* — отделение верхней полосы от заготовки; *в* — поворот заготовки на  $180^\circ$  и закладка в машину для второго хода высечки

Преимущества данного способа следующие:

- экономия почти 50% времени по сравнению с применением высечки из полос с одной заготовкой;
- экономия бумаги около 20%;
- использование одних и тех же высекальных штампов.

**Высечка с предварительной разрезкой** применяется для разделения этикеток, расположенных в определенном порядке. Речь идет о черновой вырубной высечке, за которой следует окончательное формообразование этикетки.

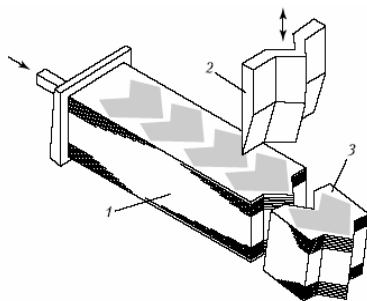


Рис. 7.5. Предварительная (черновая) разрезка стопы полос заготовок:  
 1 — стопы; 2 — штамп; 3 — заготовки

Высечка этикеток осуществляется в два этапа. На первом выполняется предварительная (черновая) вырубка заготовок 3 штампом 2 с открытым контуром (рис. 7.5) из стопы 1 полос материала. Это распространенный технологический метод. Высекальный штамп может быть выполнен с прямолинейным или специальным криволинейным незамкнутым контуром. На втором этапе осуществляется чистовая высечка этикеток из стоп заготовок.

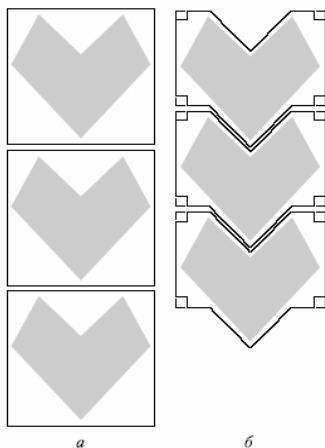


Рис. 7.6. Черновые высечки: а — с обычной величиной отходов;  
 б — со сниженной величиной отходов



При использовании данного способа появляется возможность поочередно разделять этикетки, вставленные друг в друга и расположенные в шахматном порядке (рис. 7.6, б). Примером может служить V-образная этикетка для горлышка пивной бутылки, которая укладывается в шахматном порядке на протяжении 70 см 13 раз вместо прежних 9 раз при обычном прямом разрезе. Экономия материала составляет 30,8% и достигает при иной форме этикеток 50% (например, кольберетки).

Таким образом, в зависимости от разнообразия продукции при односменной работе экономится 100–200 т бумаги в год, что наряду со снижением расходов, способствует защите окружающей среды.

Для высечки продукции из полосовых и полноформатных стоп материала используются одно-, двух- и трехкоординатные гидравлические прессы. Примерами подобных прессов являются: однокоординатный пресс *Lombardy CHAMPION* (рис. 7.7), двухкоординатный пресс *Lombardy Master* фирмы *LOMBARDY* (рис. 7.8) и трехкоординатный пресс *Yawa CBQ-800* фирмы *YAWA*.

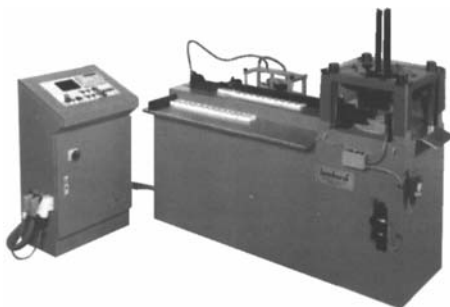


Рис. 7.7. Пресс для высечки этикеток из полосовой стопы *Lombardy CHAMPION*

Гидравлический пресс для высечки из полосового материала (рис. 7.7) состоит из устройства подачи полосового материала под штамп и гидропривода вертикального движения головки со штампом. Вырубленные этикетки проходят через штамп и скапливаются в накопителе. В некоторых машинах этикетки выводятся по специ-

альному выводному транспортеру без остановки машины. Высечка из полосы, как отмечалось выше, позволяет вкладывать кольеретки одна в другую, что дает возможность компактно размещать продукцию на полосе и приводит к значительной экономии материала.

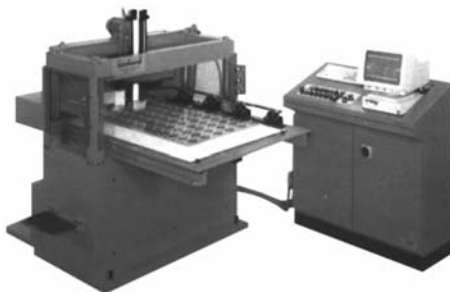


Рис. 7.8. Двухкоординатный пресс для высечки этикеток из полноформатной стопы *Lombardy Master*

В двухкоординатных высекальных машинах полноформатная стопа неподвижна во время установки материала и высечки. В течение позиционирования головка со штампом перемещается в двух горизонтальных направлениях при помощи подвижных суппортов.

В трехкоординатных высекальных машинах головка со штампом при позиционировании, кроме горизонтального перемещения по двум координатам, имеет возможность поворачиваться до 180 или 360°, при этом точность приводки достигает 0,02 мм. Использование поворотной головки позволяет максимально экономично располагать выкройки или этикетки на листе. Возможно использование нескольких соединенных штампов вместо одного, что повышает производительность.

Рассмотрим особенности конструкции высекальных прессов с подачей стопы заготовок на неподвижный штамп на примере прессов фирмы *BUSCH*.

Пресс для сквозной высечки содержит высекальное устройство, включающее штамподержатель со штампом, механизм давления, разделительные ножи и лоток подачи; устройство вывода, выпол-

ненное в виде *V*-образного желоба; устройство для вывода обрезков; дополнительные устройства противодействия и прижима стопы материала; защитные механизмы; гидросистему для питания гидропривода механизма давления.

Механизм давления представляет собой плиту пресса, жестко связанную со штоком гидроцилиндра.

Штамподержатель включает не менее пяти зажимных кронштейнов с кулачками, которые располагаются на планшайбе. Планшайба установлена в неподвижном шпинделе с возможностью регулировки окружного смещения для корректировки относительного положения штампа и заготовки материала с помощью винтового механизма. Положение зажимных кронштейнов с кулачками на планшайбе может быть также отрегулировано для достижения требуемой позиции высекального штампа.

В стандартное оснащение включены разделительные ножи, которые могут быть установлены на любом зажимном кронштейне для отделения обрезков в любой требуемой точке штампа, что устраняет отклонения в размерах продукции. Высекальная машина может быть снабжена устройством для вывода обрезков, которое представляет собой ленточный конвейер, состоящий из горизонтальной и подъемной частей и имеющий индивидуальный привод. Отходы выводятся в контейнер, высота которого не превышает 145 см. Высота конвейера может изменяться.

В линию с высекальной машиной может быть установлена обвязочная машина, которая занимает место выводного лотка и напрямую связана с высекальной машиной. По удлиненному проводящему лотку высеченный материал транспортируется до обвязочной секции, где он обвязывается (обандероливается) полиэтиленовой лентой шириной 19,39–58 мм с использованием метода горячей сварки. Обвязочная машина может быть отключена от высекальной в случае высечки материала большого формата или материала, который не должен обвязываться. Для этой цели устанавливается дополнительный выводной лоток с кожухом безопасности.

Приведенные методы высечки наружных контуров печатной продукции, ассортимент машин и потребность пользователя явля-

ются основой для формирования **оптимальной конфигурации** оборудования для высечки и обвязки этикеток.

Ряд фирм (например, фирма *BUSCH*) предлагает следующие конфигурации высекального оборудования с обвязочными устройствами.

**Конфигурация 1** — высекальная машина с отдельным настольным обвязочным устройством. Она работает по принципу проталкивания в горизонтальном направлении с использованием гидропривода. Фирма выставляет пять различных базовых моделей для продажи. Они отличаются форматом высечки и числом ходов рабочего органа. Один рабочий загружает высекальную машину и включает ее. Высеченные этикетки собираются в выводном желобе, из которого второй рабочий вынимает этикетки стопками и перевязывает в настольном обвязочном устройстве бумажными или пленочными лентами.

**Конфигурация 2** — высекальная машина с пневматическим устройством противодействия и отдельное настольное устройство обвязки. Машина дополнительно оснащена устройством противодействия для высокоточной высечки. Один обслуживающий рабочий загружает и разгружает высекальную машину, включает ход высечки и обвязывает высеченные пачки этикеток в настольном обвязочном устройстве. С целью повышения производительности обвязка может выполняться вторым рабочим.

**Конфигурация 3** — линия для высекания и обвязки, содержащая такой же высекальный автомат, как при конфигурации **1**, но с непосредственно подключенным обвязочным автоматом для обвязки пленкой. Соединение в линию высекальной машины и обвязочного автомата позволяет обслуживать ее одному рабочему.

**Конфигурация 4** — технологический комплекс, включающий машину для черновой высечки заготовок, высекальную машину для высечки этикеток и настольное обвязочное устройство.

**Конфигурация 5** — технологический комплекс, включающий машину для черновой высечки заготовок и линию для чистовой высечки и обвязки полиэтиленовой пленкой.

**Конфигурация 6** — линия для изготовления этикеток, на которой выполняются следующие варианты технологического процесса:

- предварительная черновая разрезка, высечка готовых изделий и обвязка пленкой PE;
- предварительная разрезка методом вырубki и высечка готовых изделий с противодавлением.

Сущность технологического процесса, выполняемого на высекальной линии модели *LABEL LINE 72/102*, поясняется на рис. 7.9.

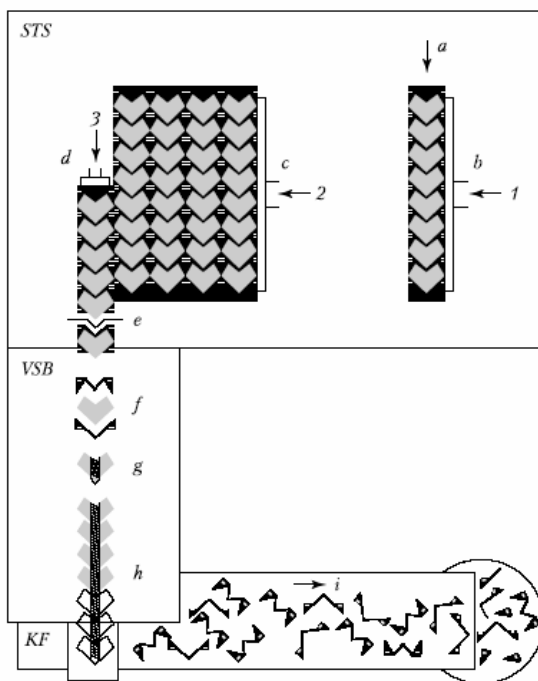


Рис. 7.9. Технологическая схема высекальной линии модели *LABEL LINE 72/102*: *a* — подача стопы для высечки; *b* — перемещение стопы под толкатель; *c* — непрерывное пополнение стола; *d* — сдвиг первой стопы на шаг под штамп предварительной высечки согласно входным меткам; *e* — заблокированные этикетки; *f* — окончательная высечка этикеток; *g* — упаковка отдельных стоп; *h* — перемещение стоп по выводному лотку; *1, 2, 3* — толкатели; STS, VSB, KF-модули

Стопа полос запечатанного материала вручную подается в машину для высечки заготовок (поз. *a*). Толкатель *1* перемещает стопу полос заготовок под толкатель *2* (поз. *b*). Толкатель *2* осуществляет непрерывное пополнение стола перед толкателем *3* (поз. *c*). Толкатель *3* сдвигает первую стопу на шаг под штамп предварительной высечки согласно входным меткам, которые считываются сканирующим устройством (поз. *d*). Прямолинейный или контурный вырубной штамп разделяет полосовую стопу на отдельные стопы заготовок. На рис. 7.9. представлены контурный штамп и заблокированные этикетки (поз. *e*). Окончательная высечка этикеток (поз. *f*), упаковка отдельных стоп этикеток (поз. *g*) и их перемещение по выводному лотку (поз. *h*) выполняются на высекально-обвязочной машине *VSB*. Обрезки удаляются из высекально-обвязочной машины с помощью конвейера *KF*.

Существуют некоторые *особенности наладки высекального оборудования* с продавливанием материала через неподвижный штамп. Рассмотрим процесс наладки высекальных машин на примере прессов фирмы *BUSCH*.

В процессе наладки высекальной машины производятся следующие виды наладочных работ:

- установка штампа;
- индивидуальная регулировка положения опорных плит лотка подачи;
- регулировка хода плиты механизма давления;
- установка и регулировка положения выводного желоба;
- пробная высечка и установка разделяющего ножа;
- установка устройства противодействия и прижима.

*Установка высекального штампа* производится в определенной последовательности. Берется один лист из середины любой стопы заготовок. Заготовка наклеивается на красную сторону алюминиевой наладочной колодки поверх отверстий (рис. 7.10). При этом заготовка должна лежать точно в углу колодки.



Рис. 7.10. Наладочная колодка с заготовкой

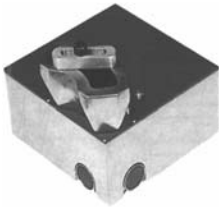


Рис. 7.11. Наладочная колодка с закрепленным на ней штампом

Высекальный штамп укладывается вручную лезвием на наклеенную заготовку этикетки, определяется точное положение его на печатном изображении этикетки. С помощью поставляемого с машиной крепежного элемента высекальный штамп привинчивается на наладочную колодку (рис. 7.11).

Наладочная колодка с привинченным высекальным штампом укладывается в лоток подачи (рис. 7.12). При этом сцепляющие магниты, находящиеся на боковых поверхностях колодки, должны прилегать к плоскостям угольника лотка подачи.

Зажимные кулачки, расположенные на кронштейнах, устанавливаются к внешней стороне высекального штампа (рис. 7.12), а короткие кронштейны с кулачками держат штамп снизу. В верхней части этикетки устанавливается один длинный кронштейн. Остальные длинные кронштейны располагаются по диагонали к коротким. Кронштейны имеют возможность перемещения в сторону после освобождения крепежных винтов. Регулировка высоты зажимных кулачков происходит после освобождения зажимных винтов крепления шпинделя и его перемещения винтовым механизмом, приводимым в движение вращением маховика.

Лоток подачи отодвигается назад настолько, чтобы высекальный штамп можно удобно установить в кулачках кронштейнов. Высекальный штамп зажимается кулачками. Освобождается винт крепления зажимного элемента на наладочной колодке со стороны вывода. Наладочную колодку, элементы крепления и винт крепления удаляют из угольника подачи. Затем производится установка угольника подачи по отношению к высекальному штампу.

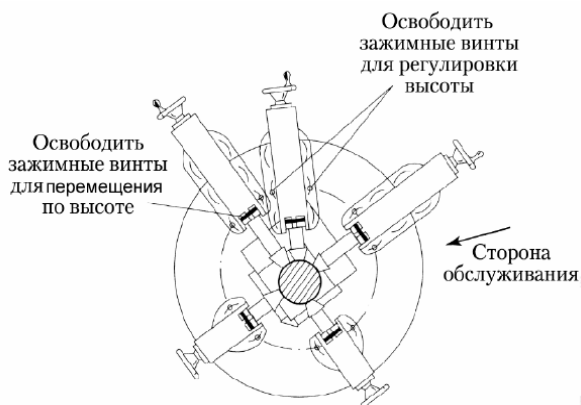


Рис. 7.12. Схема крепления штампа в кулачках штамподержателя

Для этикеточной бумаги угольник подачи устанавливается на расстоянии 0,5–1 мм от лезвия высекального штампа. Для толстого материала (например, брошюр) это расстояние равно 1–2-кратной толщине материала.

В высекальной машине можно корректировать положение штампа относительно этикетки путем поворота планшайбы со смонтированными на ней зажимными кронштейнами и штампом. Разворот планшайбы происходит в результате освобождения внутри зоны высечки зажимного винта и последующего изменения длины шатуна механизма поворота планшайбы при помощи винтового механизма. Перестановка планшайбы может быть предпринята также во время производственного процесса для устранения погрешности высечки.

### 7.3. Штанцевание этикеток

Этикеточное производство, наряду с изготовлением упаковочной продукции, является в настоящее время одним из наиболее быстроразвивающихся секторов полиграфического производства. Од-



ной из важнейших операций в процессе изготовления этикеток является **штанцевание** отпечатанной продукции. В этикеточном производстве широкое применение нашли два вида штанцевальных устройств: ротационные и плоскостные.

Основные достоинства *ротационных* штанцевальных устройств:

- небольшие объемы инвестиций в оборудование;
- высокие скорости штанцевания;
- постоянная скорость разрезки и биговки;
- небольшой выход макулатуры.

*Плоскостное* штанцевание имеет следующие достоинства:

- невысокая стоимость штанцевальных инструментов;
- очень высокая геометрическая точность штанцевания;
- возможность наладить собственное производство штанцевальных инструментов и тем самым сократить сроки выполнения заказов.

При ротационном штанцевании используются дорогие круглые штампы, что ощутимо повышает стоимость продукции при малых тиражах. Инвестиции в ротационное штанцевальное устройство меньше, чем в плоскостное, но из-за дороговизны ротационных штанцевальных штампов их применение целесообразно только при высоких тиражах. Ротационное штанцевание является идеальным решением для производства высокотиражной продукции по схеме «с рулона на рулон», так как скорости обработки при этом составляют до 300 м/мин и более. Тиражестойкость металлических ротационных штанцевальных штампов может достигать 30 млн. циклов.

При незначительных тиражах целесообразно использовать плоскостные устройства, изготовление штампов для которых можно организовать на полиграфическом предприятии. Производительность плоских штанцевальных устройств обычно в 2–3 раза ниже, чем ротационных. Штанцевание при использовании плоскостных устройств отличается очень высокой точностью. Тиражестойкость металлических плоских штанцевальных штампов достигает 5 млн. циклов.

В случае использования ротационных штанцевальных устройств процесс настройки печатной машины обычно занимает меньше времени, чем при применении плоскостных устройств. Это обусловлено тем, что плоский штамп требует приправки в машине, по крайней мере, при первой его установке. Ротационные штампы предварительно устанавливаются на цилиндры вне машины во время печати предыдущего заказа.

Штанцевание может выполняться как в режиме *off line*, (автономный режим) так и *in line*, непосредственно после печатания. Обе схемы процесса штанцевания предполагают использование как ротационных, так и плоскостных устройств. При штанцевании *in line* визуальный контроль печатных листов достаточно сложен и возможность отбраковки дефектных листов перед высечкой отсутствует. В этом случае требуются соответствующие меры для контроля качества, в частности, рекомендуется использовать видеосистемы наблюдения за качеством печати. При работе могут происходить периодические остановки линии из-за неполадок при штанцевании, поэтому, используя печатно-отделочные линии очень важно обеспечить высокую надежность штанцевальных устройств.

Плоскостные устройства при штанцевании *in line* могут существенно снижать скорость работы машины. Из-за циклического характера работы этих устройств полотно движется через секцию высечки с переменной скоростью, образуя перед ней петлю.

В зависимости от характера продукции может использоваться как рулонное, так и листовое выводное устройство. Рулонный вывод применяется, главным образом, при работе с самоклеящимися материалами, листовой — стапельный или каскадный — при высечке картонной упаковки.

Штанцевание является сложным технологическим процессом, на качество которого влияет множество факторов. При штанцевании *in line* неправильный выбор параметров может стать препятствием для повышения скорости работы печатной машины.

Повышение скорости печати, как правило, приводит к необходимости увеличения усилия штанцевания. Надо отметить, что это

усилие должно быть значительно больше, чем для резки материала. Штанцевание как физический процесс — это, в отличие от резки продукции, прессование и уплотнение материала посредством специального штанцевального инструмента до такой степени, когда обрабатываемый материал начнет разделяться. Как при плоскостном, так и при ротационном штанцевании, в отличие от резки, не существует никакого относительного перемещения между высекаемым материалом и штанцевальным инструментом. В результате происходит отделение этикетки от полотна материала (бумаги, фольги, полимерной пленки).

Основными элементами ротационного штанцевального устройства являются магнитный цилиндр, опорный или печатный цилиндр, а также устройство натиска, обеспечивающее необходимое усилие высечки.

Одним из направлений совершенствования печатных машин для производства этикеток является повышение скорости их работы. В связи с этим повышаются и требования к формным материалам, краскам, системам сушки оттисков, а также к штанцевальным инструментам. Наряду со штанцевальными инструментами совершенствуются и узлы машин, ответственные за качество.

Для прижима магнитного цилиндра к штанцевальному инструменту, т.е. для создания давления, в результате которого и происходит процесс штанцевания, используются различные системы. Обычно применяются пневматические, гидравлические или механические устройства.

*Пневматические* системы по сравнению с *гидравлическими* и *механическими* значительно более чувствительны к колебаниям. Среди механических прижимных устройств имеются системы с приложением силы к валу магнитного цилиндра или к штанцевальному инструменту, а также системы с нагрузкой на опорные кольца. В системах с приложением силы к валу магнитного цилиндра, в случае если его диаметр не превышает 30 мм, возникает большая нагрузка на изгиб, что нередко приводит к деформации вала, а в некоторых случаях — даже к его поломке. В более совершенных сис-

темах используется передача силы механически — от специального прижимного механизма («моста») или же гидравлическим путем.

При работе с бумагами и некоторыми полимерными материалами, например полиэфирными пленками, в процессе штанцевания необходимо преодолевать очень высокое сопротивление материала. Для этого необходимо прикладывать силу 6–10 кН с каждой стороны, т.е. производить высокую нагрузку на штанцевальное устройство. Подобные нагрузки могут привести к прогибу магнитных цилиндров и тонких штанцевальных инструментов. В связи с этим, для повышения качества штанцевания рекомендуется увеличивать диаметр магнитного цилиндра и повышать твердость штанцевального инструмента. Недостаточный размер магнитного цилиндра приводит к прогибу вала цилиндра, в результате которого на левом и правом краях цилиндра штанцевание проходит безупречно, а посередине глубина высеки заметно меньше.

Опорный цилиндр оказывает на качество такое же влияние, как и магнитный. В результате прогиба опорного цилиндра качество может значительно понизиться, поэтому некоторые производители машин подпирают опорные цилиндры парой роликов, что обеспечивает повышение их жесткости.

Если отношение диаметра цилиндра к его длине 1:1, то величина прогиба является незначительной. При узкой рабочей ширине использование магнитного цилиндра с более длинной разверткой экономично и может рекомендоваться по причине большей универсальности (при длинной развертке значительно больше количество вариантов различных форматов этикеток). С увеличением рабочей ширины при сохранении диаметра прогибание элементов ротационного штанцевального устройства увеличивается.

Большой проблемой для печатника является штанцевание твердых материалов, особенно в случае, если штанцевальный инструмент не рассчитан на данный материал. Иногда и менее твердые материалы, например полиэтилен, могут создавать проблемы. Так, при работе с ними требуется большая глубина высеки. Это означает, что даже небольшая величина прогиба цилиндров ведет к плохим результатам штанцевания.

При ротационном штанцевании инструмент и этикетка перемещаются во время работы машины с одинаковой скоростью, преодолевая сопротивление материала. Еще раз нужно подчеркнуть, что процесс штанцевания — это не резка, а уплотнение, вплоть до разделения материала, и на поперечных линиях материал оказывает значительно более высокое сопротивление, чем на продольных, так как он испытывает при этом различные нагрузки.

В связи с необходимостью точного измерения глубины штанцевания для повышения скорости выполнения этой операции в настоящее время произведены соответствующие исследования, например, германской фирмой *Electro Optic GmbH*, которая для определения этой чрезвычайно важной величины разработала прецизионный измерительный щуп. С его помощью можно определить текущую величину глубины штанцевания и согласовать ее с требуемым значением.

Установлено, что величина усилия штанцевания определяется тремя факторами. Во-первых, свойствами материала, из которого изготавливается этикетка, в частности его твердостью и вязкостью. Например, белая писчая бумага массой  $80 \text{ г/м}^2$  перед разделением уплотняется до 60–79% ее первоначального объема, а полиэтилен должен для разделения уплотниться до 90%. Обычно для штанцевания бумаги необходима значительно меньшая сила, чем для штанцевания полимерных материалов. Во-вторых, величина усилия штанцевания определяется углом заточки штанцевального инструмента. Чем круче угол заточки лезвия, тем меньше требуемая сила прижима. И наконец, в-третьих, важным параметром является рабочая ширина штанцевального инструмента и длина линии штанцевания: чем больше контур, тем больше должно быть усилие штанцевания.

Независимо от вида материала следует учитывать также положение линий штанцевания относительно направления движения полотна в машине: линии, расположенные поперек полотна, требуют в сотни раз больших усилий, чем расположенные продольно. При высечке продольных линий воздействие на материал производится точечнообразно в области размером в несколько десятых долей мил-

лиметра, причем в результате вращения штанцевального инструмента, опорного валика и движения полотна материала процесс штанцевания облегчается. При штанцевании поперечной линии, напротив, отделение высекаемой этикетки происходит одновременно по всей рабочей ширине.

Для того чтобы глубина штанцевания продольных и поперечных линий была одинаковой, несмотря на сильно различающиеся величины сопротивления материала, нужно, чтобы усилие, прижимающее штанцевальный инструмент к опорному цилиндру, было выше, чем возникающее в процессе высеки сопротивление материала. Обычно значение силы штанцевания составляет 3–12 кН с каждой стороны ротационного штампа. При небольших значениях прижима штанцевальный инструмент начинает вибрировать, а при высоких — преждевременно изнашиваются подшипники качения и опорный цилиндр.

Даже после установки необходимого давления прижима результат может быть неудовлетворительным. Например, поперечная линия может штанцеваться слабее, чем продольная, особенно в середине штанцевального цилиндра. Возможные причины этого — в слишком малых размерах опорного валика, штанцевального или магнитного цилиндра либо, в худшем случае, — в чересчур малых размерах обоих элементов устройства. Даже если давление натиска принимает на себя пара подшипников под опорным цилиндром, сила сопротивления материала, которая возникает при штанцевании по поперечной линии, приводит к прогибу опорного валика или штанцевального цилиндра. Самый сильный прогиб этих цилиндров наблюдается в их середине — точке, наиболее удаленной от опор. Это может быть причиной того, что контур штанцевания на краях будет глубже, чем на середине полотна.

При высечке самоклеящихся этикеток следует обращать внимание на сжимаемость материала-носителя. Необходимо оставить материал-носитель неповрежденным, разделив при этом поверхностный материал, что требует существенно более высокой точности регулировки штанцевального устройства. Допуски, которые должны

приниматься во внимание при работе на ротационных устройствах, имеют очень узкие пределы. Для того чтобы обеспечить высокое качество, допуски на отклонение цилиндров от теоретической геометрической формы и на параллельность поверхностей штанцевального и опорного цилиндров не должны превышать 3–5 мкм.

На качество штанцевания также оказывают влияние специфические параметры штанцевального устройства, например вибрация. Повышенная вибрация обычно обусловлена неправильным выбором параметров подшипников качения или высоты линии реза у штанцевального инструмента. Другими возможными причинами может быть высокая плотность материала или деформация опорного валика в местах расположения опорных колец штанцевального устройства. В результате уменьшения диаметра опорного валика зазор между острием штанцевального штампа и опорным валиком становится меньше. В итоге глубина проникновения штампа увеличивается, и печатник должен во избежание полного прорезания обрабатываемого изделия, уменьшать давление прижима. Вследствие этого может получиться, что продольная линия будет штанцеваться безупречно, а поперечная — слабо.

Штанцовщик не всегда может определить, что является причиной брака. Однако очевидно, что свести проблемы к минимуму позволяют качественное выполнение штанцевального штампа, правильное определение параметров технологического процесса, а также стабильность всех элементов штанцевального устройства.

#### **7.4. Полистное штанцевание картонных коробок**

Стремление дизайнеров разработать привлекательную упаковку, которая одновременно была бы проста и экономична в изготовлении, привело к тому, что картонные коробки сегодня разрабатываются при помощи программ семейства *CAD*. К товарной упаковке (коробке) предъявляются следующие требования:

- удовлетворение эстетическим запросам (качество поверхности запечатываемого материала и отделки);

- образование формы только в упаковочной машине (сборка коробки) — одна коробка должна, по возможности, состоять из одной заготовки, а соединительные элементы и клапаны замка должны представлять собой сложную, по крайней мере, отличную от прямоугольной форму;
- сбор различных форм коробок в одной упаковочной машине без существенных технических изменений;
- плотное размещение заготовок на поверхности запечатываемого материала (экономия материала).

Перечисленные требования определяют применяемые технологии изготовления. Процесс может быть разделен на три этапа: печать, изготовление заготовки и формирование коробки. Эти этапы, как правило, разделяются промежуточным складированием.

Товарные упаковки печатаются преимущественно в несколько красок и подвергаются лакированию для увеличения глянца, стойкости поверхности к стиранию. Это производится, как правило, в печатной машине при помощи дисперсионного лака. Альтернативные варианты отделки — ламинирование, припрессовка глянцевой пленки — требуют больших затрат, так как это дополнительная операция, которая при отсутствии оборудования должна будет выполняться в другой типографии.

Формирование заготовок охватывает три аспекта:

- дополнительная отделка внешних поверхностей коробки рельефным тиснением или тиснением металлизированной фольгой;
- вырубка по внешнему контуру заготовок (клеевые клапаны, элементы крышек и т.д., как правило, не имеют прямоугольной формы, поэтому заготовки должны вырубаться из отпечатанных листов;
- подготовка тех мест заготовки, где затем будет производиться складывание, и т.п. — мест сгиба, облегчающих извлечение содержимого, которые должны подвергнуться биговке, рיצовке или перфорированию для соединения коробки.

Затем производится удаление обля, что означает удаление отходов из заготовки. Формирование заготовок на производстве чаще всего осуществляется на штанцевых автоматах вертикального типа, в которых производятся вырубка, биговка и отделение заготовок от



облоя. Большинство штанцевальных автоматов оснащены устройствами рельефного (холодного) тиснения. Плоское штанцевание — такой принцип действия, при котором как штанцформа, так и другой инструмент (принцип ножевого реза) являются плоскими.

В штанцформу встроены ножи из стальных заточенных полос, которые помещаются в канавки, прорезанные в фанерной основе. Прорезка канавок в основе производится на установках, управляемых компьютером, который обрабатывает данные печатной формы. При изготовлении заготовок с малой степенью отделки применяются поточные линии, в которых интегрированы печать, вырубка и отделение от облоя.

В печатно-вырубных агрегатах сначала производится ролевая многокрасочная печать на рулоне картона, а затем вырубка из полотна посредством плоского штанцевания. Перед приемкой расположен поперечный нож, так что на нее поступают листы, вырубленные и освобожденные от облоя. В момент штанцевания полотно должно быть остановлено (прерывистое движение).

В штанцевально-печатных агрегатах сначала производится вырубка картонного полотна (с перемычками для соединения отдельных заготовок, которые затем разрезаются поперек на листы). В жестко соединенных секциях листовой печати производится многокрасочная печать, а перед приемкой — отделение облоя от заготовки.

На рис. 7.13 представлена технологическая схема машины для штанцевания картонных коробок.

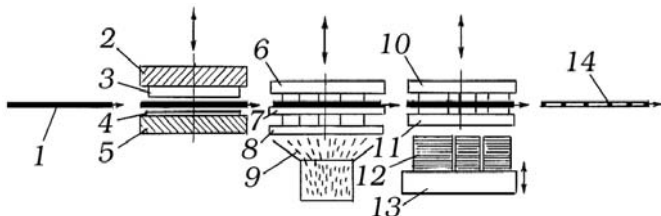


Рис. 7.13. Технологическая схема машины для штанцевания картонных коробок: 1 — лист картона или гофрокартона; 2, 5 — плоскопараллельные плиты; 3 — штанцевальная форма; 4 — контрматрица; 6–8 — формы для отделения облоя; 10–11 — инструменты для разделения заготовок; 12 — приемный сталец заготовок; 13 — сталецный стол; 14 — отделенные кромки (рамки и перемычки)

Для штанцевания картонных коробок используется сменный инструмент оригинальной конфигурации, соответствующей конкретной работе по штанцеванию материала. Этот инструмент относится к штанцевальной оснастке. К ней относятся также штанцевые формы, служащие для выполнения операций высечки, биговки, а в некоторых случаях тиснения. В комплект штанцевальной оснастки может также входить оборудование для удаления отходов, для разделения заготовок и для отделения передней отходной кромки.

**Плоская штанцформа** (рис. 7.14) состоит из верхних и нижней частей. Верхняя часть включает плоское основание с прорезанными в нем пазами, в которые вставлены режущие, биговальные и другие специальные типы стальных линейек. Нижняя часть — основание с матрицами для биговки и матрицами для тиснения.

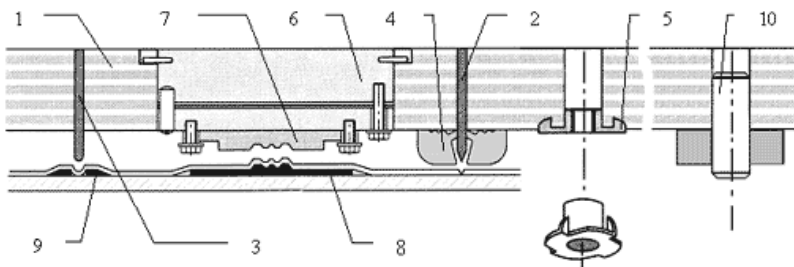


Рис. 7.14. Плоская штанцформа: 1 — основание штанцформы; 2 — режущие линейки; 3 — биговальные линейки; 4 — выталкивающие (эжекторные) элементы; 5 — крепежные детали; 6, 7 — специальная вставка с матрицами для тиснения; 8 — матрица для тиснения; 9 — биговальные матрицы; 10 — позиционирующие штифты

Верхняя часть штанцевальной формы закрепляется на верхней раме, которая размещается на направляющих горизонтально. Для установки верхней рамы в вертикальное положение ее подвешивают на ручках. На нижней выдвижной раме закрепляется выдвижная нижняя часть штанцевальной формы.

Наиболее распространенным материалом для основания плоской штанцформы является фанера из твердых пород дерева (береза, бук,

клен), пригодная для лазерной резки. Вдоль контура режущих, перфорационных и других линеек, проникающих при штанцевании вглубь обрабатываемого материала, на рабочую (обращенную к обрабатываемому материалу) поверхность основания специальным клеем приклеиваются выталкивающие (эжекторные) материалы. Они могут иметь различный профиль сечения, изготавливаться из резины, пробки, специальных материалов с разными характеристиками твердости и временем релаксации. Применение конкретного эжекторного материала определяется характеристиками обрабатываемого материала, а также типом и производительностью штанцевального оборудования.

В основание штанцформы также могут быть вмонтированы специальные детали, например, резьбовые втулки особого Т-образного профиля для крепежа в штанцевальной машине. При одновременном совмещении плоского штанцевания с процессом конгревного (рельефного) тиснения штанцформа может иметь специальные вставки со штампами и матрицами для тиснения. Штанцевание производится с применением, как уже было сказано выше, биговальных контрматриц или каналов. Для установки оригинальных биговальных контрматриц в отверстия основания штанцформы монтируются позиционирующие штифты (как правило, стальные).

По запросу заказчика штанцформа дополнительно может укомплектовываться в оговоренных количествах как биговальными каналами или контрматрицами, так и приправочным листом, представляющим собой тонкий лист специальной бумаги, пластика или кальки с нанесенным на него контуром расположения линеек штанцформы. Приправочный лист используется для выравнивания давления по рабочей поверхности в штанцевальных машинах.

**Биговальной контрматрицей** называется специальное устройство, являющееся ответной частью биговальных линеек плоской штанцформы. Как правило, на каждую часть штанцформы, соответствующую одному высекаемому изделию (при многоместной штанцформе), изготавливается отдельная контрматрица. Таким образом, один комплект биговальных контрматриц составляет количе-

ство, равное числу расположенных на штанцформе изделий (мест) плюс некоторое количество запасных контрматриц. Можно заказать несколько комплектов контрматриц. Биговальные контрматрицы (рис. 7.15) изготавливаются фрезерованием из специального листового материала пертинакса, имеющего клеевой слой, защищенный силиконовой бумагой. Пертинакс представляет собой многослойный армированный специальной тканью пластик и может иметь различную толщину (0,3–1 мм) в зависимости от толщины материала, предназначенного для бигования с помощью данной контрматрицы. Габаритные размеры и конфигурация контрматриц зависят от конструкции конкретного изделия, которое будет высечено с их помощью. На рис. 7.16 представлены виды биговальных матриц.

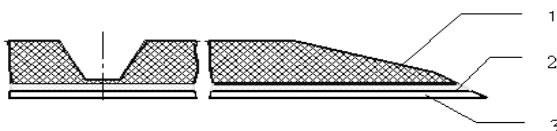


Рис. 7.15. Биговальная контрматрица: 1 — пертинакс; 2 — клеевой слой; 3 — силиконовая бумага

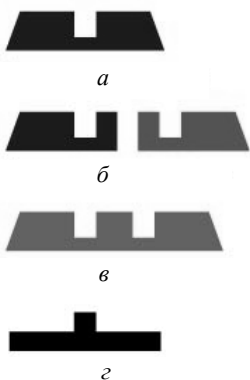


Рис. 7.16. Виды биговальных матриц

**Биговальный канал** представляет собой специальное устройство ленточного типа (рис. 7.17), которое состоит из направляющего пластикового механизма, собственно биговальной канавки со скошенными внешними кромками, стального или тонкопленочного пластикового основания с клеевым слоем и защитной силиконовой бумаги. Бортики биговальной канавки могут изготавливаться из различных материалов: пластика, пресшпана. В зависимости от назначения биговальный канал может располагаться несимметрично относительно оси симметрии сечения биговаль-

ной линейки, а также быть сдвоенным (две параллельные биговальные канавки на одном основании).

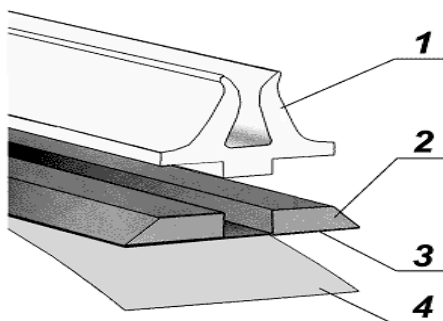


Рис. 7.17. Конструкция биговального канала: 1 — направляющее устройство; 2 — биговальная канавка; 3 — пластиковое основание с клеевым слоем; 4 — защитная силиконовая бумага

**Оснастка для отделения высечек от облоя** имеет три выдвижные рамы (рис. 7.18): верхнюю раму 1 с инструментами, отделяющую матричную доску 2 и нижнюю раму 3 с инструментами.

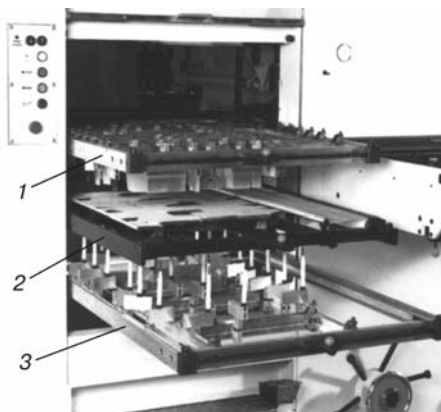
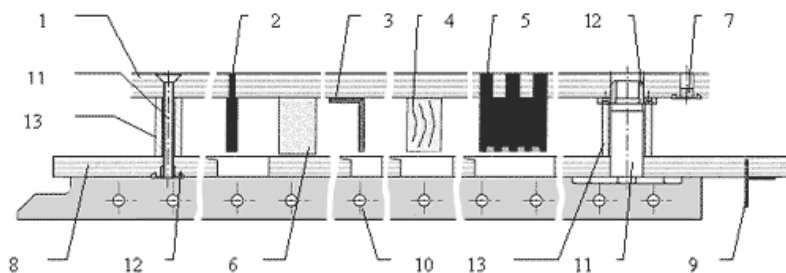


Рис. 7.18. Рамы секции отделения высечек от облоя высекальной машины VARIOPLAN SYSTEM JRK фирмы IBERICA AG: 1 — верхняя рама с инструментами; 2 — матричная доска; 3 — нижняя рама с инструментами

Верхняя часть оснастки для удаления отходов (рис. 7.19) представляет собой конструкцию, состоящую из плоского фанерного основания с прорезанными в нем лазерным лучом пазами и отверстиями, в которые вставлены детали, выполняющие роль пуансонов, которые проталкивают отходы через отверстия в нижней части оснастки. Пуансоны могут быть изготовлены из различных материалов: дерева, фанеры, стали, цветных металлов и сплавов, пластмассы и пр. Кроме того, верхняя часть оснастки имеет приклеенные к фанерному основанию прижимные устройства в виде полос из поролона различной твердости и плотности в зависимости от свойств обрабатываемого материала. Также в фанерное основание оснастки могут быть вмонтированы специальные детали 7 для крепежа оснастки в штанцевальной машине (здесь, например, резьбовые втулки особого Т-образного профиля) и другие детали.



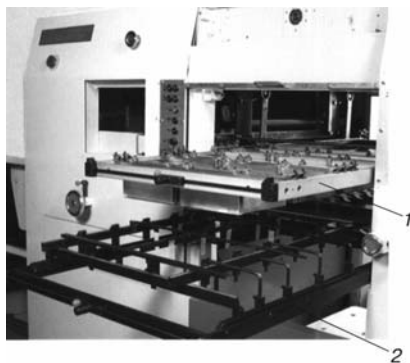
*Рис. 7.19.* Конструкция оснастки для удаления отходов: **1** — фанерное основание; **2–5** — пуансоны; **6** — прижимное устройство; **7** — деталь для крепежа к штанцевальной машине; **8** — слой фанеры; **9** — линейка для сепарирования отходов; **10** — балки для крепления в штанцевальной машине; **11–12** — винты, гайки; **13** — промежуточные втулки

Нижняя часть оснастки для удаления отходов (рис. 7.19) состоит из плоской фанеры с вырезанными в ней по оригинальной конфигурации удаляемых отходов отверстиями. Кромки отверстий обрабатываются специальными фрезами для получения фасок особой формы и размеров. В необходимых случаях в фанеру могут быть вмонтированы стальные линейки для разделения (сепарирования) отходов друг

от друга. К фанере по согласованию с заказчиком могут быть прикреплены балки специального профиля из фанеры либо другого материала для крепления оснастки в штанцевальной машине.

Для совместной транспортировки и хранения верхней и нижней частей оснастки для удаления отходов они могут быть соединены между собой при помощи специальных стальных либо пластиковых винтов и гаек с применением промежуточных втулок.

*Устройство для разделения высеченных заготовок* (рис. 7.20) состоит из двух выдвижных рам: верхней **1** и нижней **2** с инструментами и служит для разрушения перемычек между заготовками. Указанная операция выполняется при остановке штанг с захватами. Верхний инструмент при этом опускается и выталкивает заготовки сквозь нижний.



*Рис. 7.20. Верхняя 1 и нижняя 2 рамы с инструментами приемного устройства высекальной машины VARIOPLAN SYSTEM JRK фирмы IBERICA AG*

Верхняя часть оснастки для разделения заготовок (рис. 7.21) представляет собой конструкцию, состоящую из выдавливающих высеченные заготовки элементов, смонтированных на плоском фанерном основании и вмонтированных в него деталей для крепежа оснастки в штанцевальной машине. Выдавливающие элементы могут состоять из деталей, изготовленных из фанеры, дерева, пластика либо металла и оклеены специальной пористой резиной со стороны,

обращенной к обрабатываемому материалу. При определенных видах работ в фанерное основание могут быть вмонтированы специальные прижимные устройства, закрепляемые при помощи резьбовых крепежных изделий.

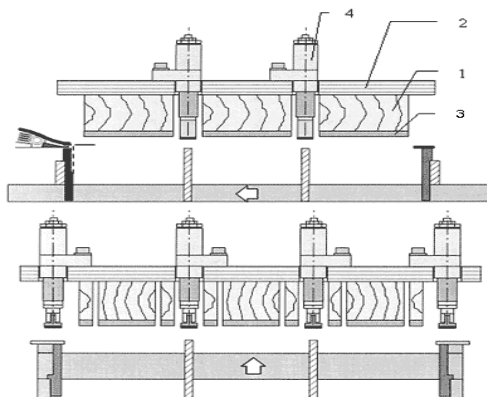
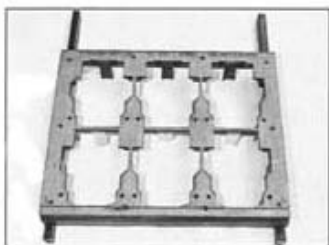


Рис. 7.21. Верхняя часть оснастки для разделения заготовок:

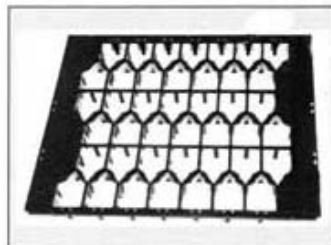
1 — выдавливающие элементы; 2 — фанерное основание;

3 — слой резины; 4 — прижимные устройства

Нижняя часть оснастки для разделения заготовок в зависимости от вида работы и специфических требований заказчика может быть изготовлена в различных видах. Основными из них являются: комбинированное и цельнометаллическое исполнение (рис. 7.22).



а



б

Рис. 7.22. Нижняя часть оснастки для разделения заготовок:

а — в комбинированном исполнении; б — в цельнометаллическом исполнении



Комбинированная оснастка (рис. 7.22, а) состоит из перестраиваемой под различные форматы металлической рамы, для облегчения конструкции, как правило, изготавливаемой из алюминиевых сплавов, и съемной решетки, вырезанной лазерным лучом из плоской фанеры или специального пластика. К фанерной решетке винтами крепятся стапелирующие кронштейны. Затем решетка винтами крепится к раме. Оснастка имеет специальный позиционирующий кронштейн, используемый для установки оснастки в штанцевальной машине.

Цельнометаллическая оснастка (рис. 7.22, б) представляет собой раму с внутренней решеткой, детали которых изготавливаются из стали методом лазерной или водоструйной резки оригинальной конфигурации. Затем детали проходят финишную механическую обработку и соединяются сваркой. К сваренной конструкции крепятся специальные металлические раздвижные кронштейны для стапелирования разделяемых заготовок. Рама имеет специальное приспособление для точного позиционирования оснастки в штанцевальной машине.

**Оснастка для отделения передней кромки листа** в зависимости от модели штанцевальной машины может состоять как из верхней и нижней частей, так и только из верхней части. Верхняя и нижняя части такой оснастки представляют собой вырезанные лазерным лучом из плоской фанеры детали оригинальной конфигурации, имеющие специальные пазы для крепления оснастки в штанцевальной машине. Для некоторых марок штанцевальных машин по согласованию с заказчиком и в зависимости от конкретного способа крепления оснастки она может дополнительно либо комплектоваться крепежными втулками, либо иметь прикрепленные по передней кромке деревянные или фанерные блоки. Задние и боковые отходы разрезаются и падают по обе стороны разделительных ножей *I* (рис. 7.23).

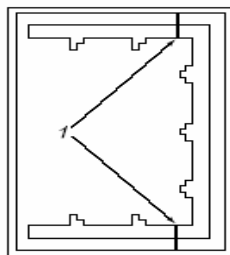


Рис. 7.23. Разделительные ножи (*I*)

Тигельный пресс может быть снабжен устройством для холодного тиснения. Оно состоит из сотовой рамы и нижней плиты с матрицами для тиснения и масштабной линейкой. Устройство для холодного тиснения устанавливается вместо устройства для высечки. Инструменты могут монтироваться на рамы на специальном наладочном станке вне машины (рис. 7.24).

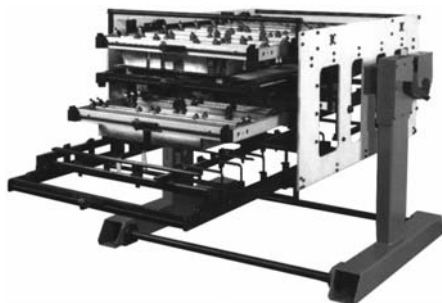


Рис. 7.24. Установка для наладки рам приемного устройства вне машины

### 7.5. Процесс одновременной высечки и холодного конгревного тиснения

Одним из эффективных способов отделки полиграфической продукции является **конгревное тиснение**, позволяющее получать рельефные изображения с выпуклыми или вогнутыми участками на поверхности материала. Изготовление упаковки с таким тиснением все чаще заказывают производители чая, шоколадных конфет и т.д. С элементами конгрева выпускается большое количество поздравительных открыток, визиток, папок.

Для выполнения такого заказа традиционно использовались прессы тигельного построения, снабженные нагревательными элементами. Освоение этого способа связано с большими затратами на приобретение машины, ее установку и наладку, выделение дополнительной производственной площади. В случае передачи заказа на тиснение в стороннюю организацию возникают проблемы, связан-

ные с транспортировкой тиража, повышением себестоимости продукции, увеличением времени выполнения заказа.

Между тем, конгревное тиснение можно выполнить холодным способом на высекальном оборудовании, предназначенном для получения края изделий, которое, как правило, имеют фирмы, занимающиеся изготовлением картонной упаковки, открыток, папок и т.д. В большинстве — это тигельные высекальные машины, в которых вместо высекального штампа закрепляют клише (матрицу) для тиснения, а на ответной плите — контрклише (патрицу). С целью увеличения экономического эффекта и снижения затрат времени в большинстве случаев холодное конгревное тиснение можно совместить с высечкой. Для этого клише размещают прямо на высекальном штампе (рис. 7.25).

При встречном движении плит тигельного пресса обеспечивается одновременная высечка и рельефное тиснение. При таком способе нет необходимости закупать дополнительное оборудование, экономится производственная площадь, ускоряется выполнение заказа, поскольку отпадает необходимость в лишних перевозках тиража.

Данная технология не является новой, но применяется редко, в основном только крупными предприятиями — производителями картонной упаковки. Проанализировав ситуацию, можно сделать вывод, что ее более широкому распространению среди небольших полиграфических предприятий препятствуют некоторые недостатки, главными из которых являются:

- продолжительное время изготовления оснастки (для комплекта из штампа, клише с подложками и контрклише около 3 недель), что является неприемлемым для малых типографий, которые ориентированы в основном на выполнение оперативных заказов;
- сложный процесс приладки, для выполнения которого необходим высококвалифицированный оператор высекального пресса;
- отсутствие достаточного количества информации в литературе о внедрении и применении данного способа.

В настоящее время существует лишь несколько фирм, которые изготавливают высекальные штампы с закрепленными на них клише

для тиснения. Технологии изготовления таких штампов у разных фирм-производителей очень схожи. Прежде всего в комплект оснастки для одновременного выполнения высечки и тиснения входят высекальный штамп (рис. 7.25), составными элементами которого являются: основание *a* (изготавливаемое обычно из специальных сортов фанеры), режущие и биговальные ножи *б-в* (предварительно обработанные и вставленные по контуру изделия и в местах будущих сгибов), резина *г*, необходимая для того, чтобы картон не застревал на режущих ножах. Далее на высекальном штампе размещаются элементы, которые служат для выполнения конгревного тиснения.

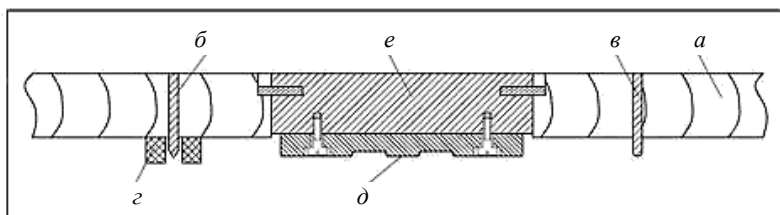


Рис. 7.25. Поперечное сечение клише и штампа: *a* — основание; *б-в* — режущие и биговальные ножи; *г* — резиновые полоски; *д* — клише; *е* — подложка

Клише (рис. 7.25, *д*) (часто называемое из-за вогнутой поверхности «матрицей») — это профилированная пластина, предназначенная для переноса изображения на плоскую поверхность под воздействием давления. Контрклише (ответная часть, контрматрица) является выпуклой зеркальной копией клише. Наиболее распространенными материалами, используемыми для изготовления матриц, являются медь и магний, применяются также и полимерные материалы. Фанера, используемая для изготовления высекальных штампов, имеет достаточно большие (до 0,8 мм) колебания по толщине. Поэтому в местах, где будут размещаться клише, в фанере делают прямоугольные отверстия. Далее в эти отверстия помещают предварительно обработанную алюминиевую подложку (рис. 7.25, *е*), отклонения по

толщине которой намного меньше, чем у фанеры (следовательно, все клише после закрепления оснастки в высекальной машине будут находиться на одном уровне). Клише крепят к алюминиевой подложке с помощью резьбового соединения. Диаметр отверстий в клише делают больше, чем диаметр резьбы на болтах на случай, если в процессе приладки оператору высекального прессы понадобится двигать клише, чтобы точнее попасть в предварительно напечатанное изображение на листе.

Самыми длительными процедурами в процессе изготовления оснастки являются: изготовление клише, контрклише и подложек. Перспективным направлением, которое позволит существенно уменьшить сроки изготовления оснастки и ее себестоимость, может стать более широкое применение полимерных клише. Кроме низкой стоимости и высокой тиражестойкости, такие клише имеют небольшую массу, что позволяет крепить их двусторонним скотчем (медные, латунные и даже магнелиевые клише обычно крепят к подложке с помощью резьбовых соединений). Кроме того, можно отказаться от дорогостоящих алюминиевых подложек, применяя в качестве прокладки между фанерой и клише материал, упругие свойства которого сгладят колебания толщины фанеры и позволят передать необходимое давление от плиты прессы картону. Это может быть, например, толстый картон.

Сложность процесса приладки заключается в том, что одновременно необходимо обеспечить качественный рез, бигование и тиснение. Поэтому необходима высокая квалификация оператора высекального прессы. Следует отметить, что в условиях малых типографий процедура приладки существенно упрощается, поскольку формат листов небольшой (обычно А3) и количество клише тоже невелико в отличие от крупных типографий, работающих с форматами А1 и А0, на которых может размещаться до 50 клише.

Безусловно, величины остаточных деформаций при холодном способе тиснения будут существенно меньше, чем при горячем. Исследований с целью сравнения величины основных параметров (давления, скорости приложения нагрузки, величины остаточной

деформации) при горячем и холодном конгревном тиснении в литературе обнаружить не удалось. Но поскольку между этими двумя видами много общего, то интересны результаты анализа влияния температуры штампа на качество блинтового тиснения переплетных крышек, из которых можно сделать следующие выводы:

- температура штампа является одним из важных, но не решающих факторов, влияющих на качество тиснения;
- при прочих равных условиях увеличение температуры штампа позволяет снизить рабочее давление, необходимое для получения качественного оттиска.

Следовательно, возможна и обратная закономерность — увеличение давления позволяет снизить температуру штампа, т.е. тиснить холодным способом.

Надо отметить, что максимальный рельеф (обычно образуемый при многоуровневом, так называемом *3D* конгреве) используется в основном для отделки поздравительных открыток, элитных кондитерских коробок и т.д. Для отделки основной массы полиграфической продукции (картонной упаковки, рекламных материалов и др.) применяется одноуровневое (*2D*) конгревное тиснение, для которого требуется меньшая величина остаточной деформации.

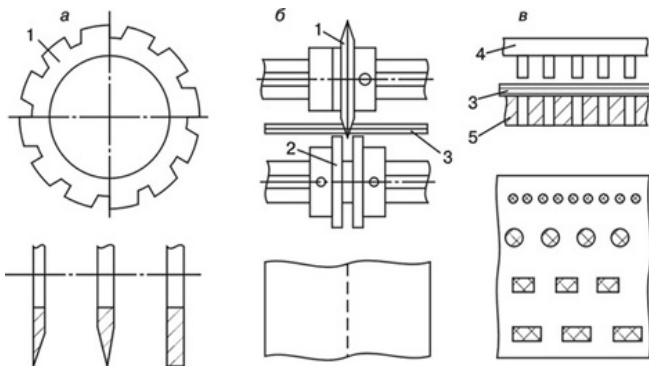
Кроме качества сырья, на величину остаточной деформации оказывают влияние такие факторы, как наличие или отсутствие лакового слоя на оттисках, грамотное изготовление прессовой пары (клише — контрклише), влажность картона и т.д.

Таким образом, применение способа холодного одноуровневого конгревного тиснения вполне оправдано и в малых типографиях, ориентированных на выполнение оперативных заказов, при условии сокращения сроков изготовления оснастки и снижения ее стоимости, что вполне достижимо путем совершенствования существующей технологии.

## 7.6. Перфорация

**Перфорация** — это просечка в малой стопе листов бумаги, тонкого картона, оттисков, в фальцуемой тетради или в книжном блоке,

состоящем из отдельных листов (долей), цепочки расположенных на одной линии близко друг к другу щелеобразных, круглых или прямоугольных отверстий сравнительно небольшого размера. Перфорацию в виде щелеобразных отверстий выполняют в фальцевальных машинах и в фальцаппаратах книжно-журнальных ротаций с целью устранения утолщений на сгибах и диагональных морщин, облегчения выхода воздуха из замкнутых полостей в процессах фальцовки и прессования тетрадей. Она выполняется дисковыми зубчатыми ножами с односторонней или двусторонней заточкой (рис. 7.26, *a*) с углом заточки соответственно 20 и 30°. Полный комплект дисковых зубчатых ножей позволяет получить щелевые отверстия длиной от 1 до 48 мм с промежутками от 1 до 5 мм.



*Рис. 7.26.* Схемы перфорации: *a* — дисковые зубчатые ножи; *б* — заточка щелевых отверстий в фальцаппаратах; *в* — заточка фасонных отверстий в перфорационных машинах; 1 — перфорирующий нож; 2 — опорные кольца; 3 — стопа листов, тетрадь или часть блока; 4 — перфорирующая гребенка; 5 — перфорирующая матрица

Перфорация мелких круглых и щелеобразных отверстий производится для удобства пользования некоторыми видами документов: квитанциями, календарями-ежедневниками, марками — для отрыва по мере надобности листа от блока, уголка или марки от листа. Перфорация сравнительно крупных (4–8) круглых, овальных и прямоугольных отверстий необходима при скреплении блоков спира-

лями и гребенками в производстве различных изданий книжного типа и беловых товаров.

Перфорацию фасонных отверстий в зависимости от формата листовой продукции и объема производства осуществляют на настольных перфорационных станках с ручным приводом и полуавтоматах. Скорость их работы — от 140 до 80 цикл/мин в зависимости от длины обрабатываемых листов (этот определяющий размер, выраженный в мм, указан в трехзначной шифре различных моделей оборудования). За один цикл работы полуавтоматы могут обрабатывать стопку бумаги или картона толщиной до 2,5 мм.

К перфорационному оборудованию относятся перфорирующая гребенка, состоящая из металлического корпуса, в котором закреплено несколько десятков пуансонов, и работающая с ней в паре перфорирующая матрица, пластина со сквозными отверстиями, форма которых с минимальным зазором повторяет форму пуансонов гребенки. В процессе перфорирования матрица неподвижна, а гребенка совершает возвратно-поступательные движения, т.е. используется ножничный принцип реза. В комплекте оборудования имеются сменные перфорирующие инструменты различной формы, размеров и шагом пробиваемых отверстий.

При смене заказа переналадка оборудования включает следующие операции:

- замена перфорирующих инструментов;
- установка или наклейка упора, определяющего положение линии перфорации по отношению к верной кромке листа.

При работе на автоматах регулируются передние и боковые упоры, фиксирующие точное положение листа или малой стопы во время работы перфорирующей гребенки, положение перфорационного узла относительно передних упоров, а также плоскостапельный самонаклад и приемно-выводное устройство по формату и толщине листов или стопы. Смена перфорирующих инструментов на автоматах длится не более 15 мин, а полная переналадка — 22–32 мин.

Чтобы полнее использовать возможности оборудования, перфорацию следует производить полной приверткой (стопой) с учетом



деформационных свойств материала. Число листов  $N_{л}$ , которое можно перфорировать одновременно, определяется по формуле

$$N_{л} = E_{м}/(\tau d_{м} l N_{п}),$$

где  $F_{м}$  — максимальное усилие, развиваемое оборудованием, Н;  $\tau$  — тангенциальное напряжение (сопротивление срезу) в материале при перфорации, Па;  $d_{м}$  — толщина одного листа материала, м;  $l$  — длина кромки (периметр) пуансона, м;  $N_{п}$  — число пуансонов, перфорирующих материал.

Сопротивление срезу бумаги и картона в процессе перфорации зависит от их состава по волокну, плотности и влажности материала. При влажности этих материалов, равновесной с нормальными атмосферными условиями, сопротивление срезу изменяется в пределах 25–35 МПа. С увеличением влажности от 0 до 23% сопротивление срезу у бумаги и картона, не содержащих наполнителей, уменьшается по линейному закону, примерно на 9% при увеличении влажности — на 5%. С учетом этой закономерности перфорирование картона и бумаги целесообразно производить при их влажности порядка 8–12%.

## 7.7. Биговка

**Биговка** — это нанесение на тонкий (до 3 мм) листовой материал или фальцуемую тетрадь прямых углубленно-выпуклых линий, облегчающих изгиб полуфабриката при последующих операциях. Биговка широко применяется в производстве картонной упаковки и тары, при изготовлении поздравительных открыток, пригласительных билетов, пропусков, а в брошюровочно-переплетных процессах — при изготовлении обложек для книг и папок, картонных переплетных крышек типа б и др. Она необходима в тех случаях, когда из-за большой толщины и жесткости материала и полуфабриката нельзя получить требуемые точность и внешний вид сгиба.

Биговка выполняется на универсальных перфорировально-биговальных станках или в секциях фальцевальных машин. На универсальных станках биговка выполняется плоским тупым ножом и опорной планкой с пазом, а в фальцмашинах — дисковым инструментом и двумя опорными дисками (рис. 7.27).

При переналадке биговального станка и биговальных инструментов секций фальцевальной машины регулируются глубина и ширина бига (углубление в виде прямой линии) в соответствии с толщиной и прочностными свойствами обрабатываемого материала, а также положение бига или бигов по отношению к его верной кромке. В фальцмашинах при необходимости меняют и толщину дискового ножа: в сменных инструментах фальцмаши́н предусматривается два комплекта дисковых ножей толщиной 0,8–2 мм соответственно для биговки тонких и толстых материалов и тетрадей. В каждом комплекте по четыре ножа, диаметры которых различаются на 0,5 мм, что позволяет изменять глубину бига в пределах 0–2 мм. В биговальных станках глубина бига может плавно изменяться ограничением нижнего положения ножа.

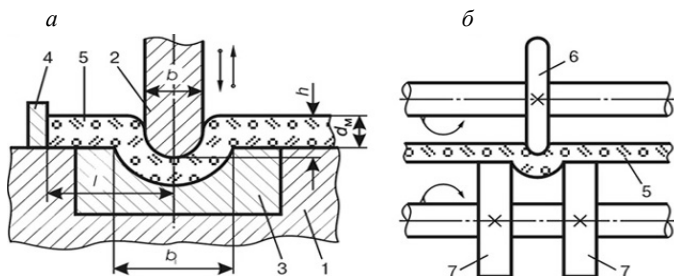


Рис. 7.27. Схемы биговки: *a* — плоским ножом; *б* — дисковыми инструментами;  
 1 — стол; 2 — плоский нож; 3 — опорная планка; 4 — упор; 5 — толстая бумага, картон или фальцуемая тетрадь; 6 — дисковый нож;  
 7 — опорные диски

Глубина бига является важнейшим показателем настройки оборудования, так как она определяет внешний вид и прочность полуфабриката и изделия. В процессе биговки биговальный нож с закругленным лезвием продавливает волокнистый материал в паз

колодки или в промежутки между ножом и опорными дисками на некоторую глубину; при этом происходит растяжение наружных и сжатие внутренних слоев волокнистого материала. Растяжения и неизбежные сдвиги на краях бига приводят к частичному разрыву связей между волокнами, а сжатие — к уплотнению материала. Весь процесс биговки протекает в три стадии (рис. 7.28). На первой плавное нарастание усилия биговки сопровождается пропорциональным увеличением плотности и прочности материала на разрыв и уменьшением прочности на изгиб. На второй стадии при незначительном изменении прилагаемой нагрузки прочность материала на разрыв стабилизируется, а скорость падения прочности на изгиб в 2,5–3 раза уменьшается. Для третьей стадии характерно быстрое падение прочности материала на растяжение при относительно малых нагрузках.

При малой глубине бига изгибание полуфабриката под прямым углом приводит к разрыву наружных слоев на выпуклой стороне бига, а при избыточной глубине — к разрывам на внутренней его стороне (области I и III на рис. 7.29). Оптимальные значения глубины бига соответствуют второй стадии биговки, когда разрыва поверхностных слоев бига при изгибе полуфабриката не происходит, а прочность материала на разрыв и изгиб стабильна и выше первоначальной. У малопрочного картона второй стадии биговки может и не быть: если участок стабильной прочности материала отсутствует, то получить продукцию без разрушения поверхностных слоев бига невозможно.

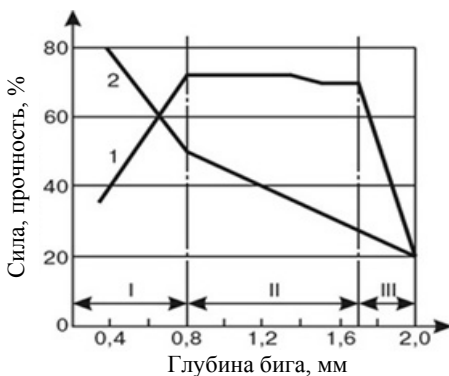


Рис. 7.28. Изменение силы продавливания и прочности материала в процессе биговки: 1 — сила продавливания; 2 — прочность на изгиб; I, II, III — стадии процесса биговки

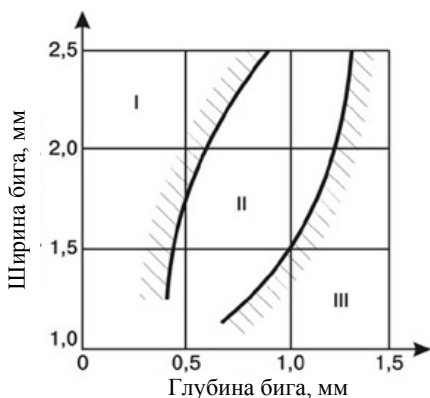


Рис. 7.29. Зависимость ширины бига от его глубины и области глубины бига: I — недостаточной; II — оптимальной; III — избыточной

ния  $k_{пб} = 0,30-0,60$ . При меньших его значениях вероятность выпуска дефектной продукции резко возрастает.

Ширина паза биговальной колодки и расстояние между опорными дисками  $b_n$  должны быть больше толщины биговального ножа по крайней мере на толщину материала, если его пористость не менее 50%. Однако большие сдвиговые деформации на краях бига в процессе биговки при малых зазорах между ножом и краями опор могут привести к резкому падению прочности и даже к разрушению полуфабриката. Оптимальным считается зазор, соответствующий относительной деформации сжатия материала порядка 25%, поэтому ширину паза и ширину линии бига устанавливают из соотношения

$$b_n = d_n + 1,5d_m,$$

где  $d_n$  — толщина ножа, мм;  $d_m$  — толщина материала, мм.

При биговании картонных заготовок коробок в качестве инструмента для биговки используются биговальные линейки и матрицы.

Прежде чем слесарь-инструментальщик по штанцформам приступает к изготовлению формы для высечки, он должен знать сле-

Пригодность картона для биговки можно определить по значению коэффициента  $k_{пб}$ :

$$k_{пб} = (h_b - h_n)/d_m,$$

где  $h_b$  — наибольшая глубина бига, при которой не разрушается его внутренняя поверхность при изгибе полуфабриката на  $90^\circ$ ;  $h_n$  — наименьшая глубина бига, при которой не разрушается его наружная поверхность, мм;  $d_m$  — толщина материала, мм.

Продукцию высокого качества можно получить при значе-

дующие данные: толщину картона для определения толщины и высоты биговальных линейек и вид биговальной матрицы, которая также оказывает влияние на высоту биговальной линейки.

Высота биговальных линейек зависит от толщины картона и материала биговальной матрицы. В том случае, когда толщина картона не превышает 0,6 мм, обычно используются 2-пунктные биговальные линейки (0,7 мм).

В табл. 7.1 указана высота и толщина биговальных линейек для биговальной матрицы из прессшпана или отвержденного пернакса или же деллита.

### Высота и толщина биговальных линейек

Таблица 7.1

Толщина картона, мм	Высота биговальных линейек, мм	Толщина биговальных линейек, пункт
0,2	23,5	2
0,3	23,4	2
0,4	23,3	2
0,5	23,2	2
0,6	23,1	2
0,7	23,0	3
0,8	22,9	3

Для полностью прорезанных прессшпановых биговальных матриц или для материала такого рода, как пертинакс или деллит с фрезерным исполнением матричной приправки высота биговальной линейки (рис. 7.30) определяется по формуле

$$h = H - e,$$

где  $e$  — толщина картона;  $H$  — высота режущей линейки.

Высота  $h$  при этом вычисляется без сжатия картона. На практике после высечки нескольких тысяч листов вследствие затупления режущих линеек имеет место очень легкое сжатие картона.

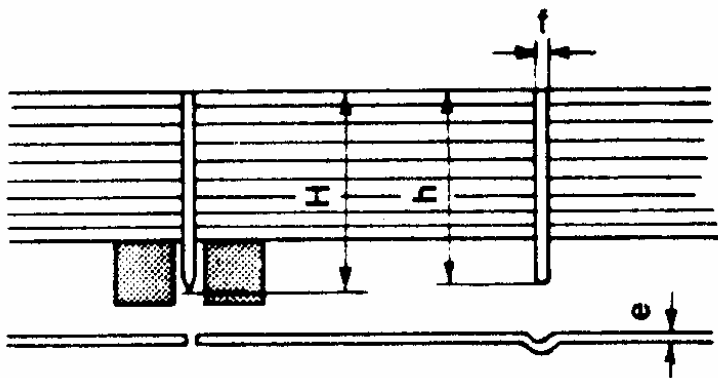


Рис. 7.30. Параметры биговальной линейки:  $e$  — толщина картона;  $H$  — высота режущей линейки;  $h$  — высота биговальной линейки

Так как биговальные линейки нельзя получить всех размеров по высоте, то, как правило, выбираются линейки с более низкой высотой. Это правило действительно для большинства используемых при изготовлении складных коробок сортов картона, за исключением тех случаев, когда применяются биговальные матрицы из металлического или пластмассового профильного материала. Тогда учитывается толщина в основании паза (рис. 7.31):

$$h = H - (e + a),$$

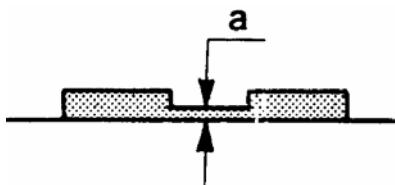


Рис. 7.31. Биговальная матрица:  
 $a$  — толщина биговальной приправки

где  $a$  — толщина биговальной приправки в основании паза.

Толщина биговальных линеек не определяется по строгому правилу. На практике чаще используются 2-пунктные линейки (табл. 7.2).

## Толщина биговальных линейек

$f$ — толщина биговальной линейки	Толщина картона
2 пункта / 0,7 мм	0,2–0,6 мм
3 пункта / 1,07 мм	0,6–0,8 мм
4 пункта / 1,42 мм	0,8–1 мм

Биговальные матрицы выполняются из прессшпана, вулканизированной фибры, пертинакса или деллита. Паз матрицы вырезается или выфрезеровывается и обязательно должен центрироваться относительно биговальной линейки. Как правило, толщина приправки равна толщине картона  $d = e$  (рис. 7.32).

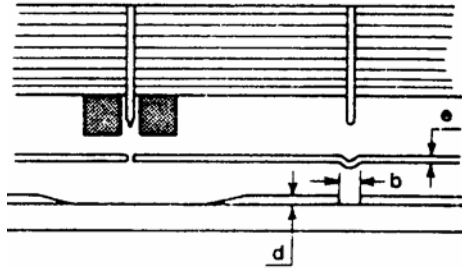


Рис. 7.32. Параметры биговальной матрицы:  $d$  — толщина приправки;  $e$  — толщина картона;  $b$  — ширина матричного паза

Ширина матричного паза определяется перпендикулярно волокну картона:

$$b = 1,5 e + f,$$

где  $b$  — ширина матричного паза;  $e$  — толщина картона;  $f$  — толщина биговальной линейки.

Параллельно к волокну картона:

$$b = 1,3 e + f.$$

Следовательно, паз в направлении волокна должен быть более узким. В практике повсеместно используется правило, согласно которому пазы, расположенные параллельно к волокну картона, вы-

полняются на 0,1 мм более узкими, чем пазы, перпендикулярные к волокну картона.

Учитывая, что поведение картона при изгибании зависит от его волокнистости, толщины и свойств наружных слоев, условия, требуемые для обеспечения идеальной биговки, не могут быть выведены только на основании правил, рассмотренных в предыдущих разделах. Поэтому на практике следует при производстве каждой новой серии заготовок учитывать следующие данные:

- сорт картона;
- толщина картона  $e$ ;
- высота  $h$  и толщина  $f$  биговальных линейек;
- толщина  $d$  матричной приправки;
- ширина биговального паза  $b/B$  в направлении волокна;
- ширина биговального паза  $b/A$  перпендикулярно к направлению волокна.

Таким образом, используя одинаковый сорт картона и не проводя новых опытов, можно найти необходимые параметры для обеспечения хорошей биговки. Вполне понятно, что содержание влаги картона также должно быть одинаковым.

Эффективность биговки *контролируется* посредством складывания картона. Необходимо различать складывание под углом  $90^\circ$ , которое служит для пространственного формирования коробки, и под углом  $180^\circ$  у коробок, которые далее поступают на переработку на машины для их склеивания и поставляются в плоском состоянии. Дефекты биговки и способы их устранения представлены в табл. 7.3.

Для каждого картона невозможно иметь матрицу соответствующей толщины. Обычно выбирают ближайшую большую толщину, например, 0,4 мм для картона толщиной в 0,35 мм.

Для биговки картона толщиной свыше 1 мм рекомендуется использовать *двойные биговальные линейки* (рис. 7.33), которые при переработке картона среднего качества дают исключительно хорошие результаты. В данном случае используются биговальные линейки толщиной в 3 пункта (1,07 мм), межосевое расстояние которых зависит от толщины картона. Полоса пенорезины, приклеиваемая между биговальными линейками обеспечивает получение хорошо сформированного бига. Резина не должна превышать биговальные линейки.



Таблица 7.3

## Дефекты биговки и способы их устранения

Дефект биговки	Способы устранения
Расщепление картона снаружи	Расширить биговальный паз в месте продавливания или же уменьшить толщину матрицы
Расщепление картона внутри	Если после снижения усилия высечки картон больше не расщепляется, то необходимо использовать более низкие биговальные линейки
Недостаточная биговка (нормальный картон)	На задней стороне формы для высечки подложить биговальные линейки приправочной бумагой и тем самым несколько увеличить их высоту. Должно быть выдержано соотношение: $h + e = H$ , где $h$ — высота биговальных линеек; $e$ — толщина картона; $H$ — высота режущей линейки. Если выполняется корригирование всех биговальных линеек, то необходимо также произвести заново приправку режущих линеек
Недостаточная биговка (тонкий картон)	Для очень тонкого картона (менее, чем $200 \text{ г/м}^2$ ) матрица должна быть более толстой (в 1,5–2 раза толще картона)
Неравномерное складывание	Слишком широкие пазы матрицы. Картон складывается местами направо и местами налево от биговки. Слишком тонкая или плохо вырезанная матрица. Она должна иметь острые кромки

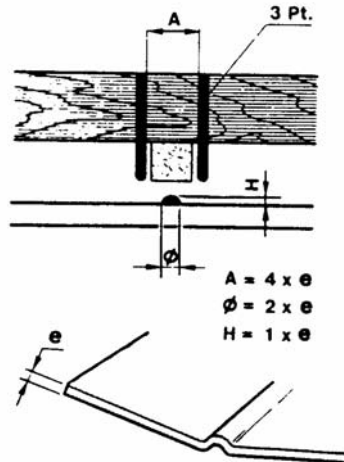


Рис. 7.33. Двойные биговальные линейки:  $A$  — расстояние между линейками;  $\phi$  — диаметр;  $H$  — высота контрматрицы;  $e$  — толщина картона

Последовательность нанесения линеек полукруглого профиля шириной ( $\emptyset$ ) в 2, 3 и 4 мм выглядит следующим образом:

- плиту высекального инструмента натереть клеем и приклеить крафт-бумагу так, чтобы она не образовывала складки;
- нарезать линейки полукруглого профиля на 3 мм короче биговальных линеек;
- профильные линейки контактным клеем приклеить точно по середине между оттисками биговальных линеек;
- зафиксировать положение отдельных профильных линеек, приклеивая по всей их длине липкую ленту;
- удалить крафт-бумагу под режущими линейками.

Для оттиска недостаточная высота биговальных линеек может быть компенсирована при помощи жестяных скоб. При использовании двойных биговальных линеек биговка, в принципе, осуществляется в перевернутом состоянии. Поэтому запечатанные листы должны проходить через машину печатной стороной, направленной вниз.

В качестве *биговальных матриц* выступают различного вида самоклеящиеся ленты, по обеим сторонам биговальных линеек. Часто из-за неудовлетворительных адгезионно-когезионных свойств они под воздействием длительных нагрузок отходят друг от друга, что приводит к неравномерной и неточной биговке.

Из-за старения или же неправильного складирования многочисленных самоклеящихся матричных биговальных приправок, оказывающих непосредственное влияние на подслон, возникает проблема недостаточных или же изменяющихся адгезионно-когезионных свойств. Во всех случаях такие приправки могут быть использованы в совершенно беспыльной среде и при условии их наклеивания на абсолютно чистые и идеально обезжиренные штанцевальные плиты.

Биговальные матрицы «Канал» — самоклеящиеся биговальные матрицы, которые характеризуются сборным профилем (рис. 7.34). Основной профиль *A* — это собственно биговальная матрица. Она состоит из тонкой стальной полосы и двух прочно соединенных с ней боковых ребер из твердой пластмассы. На них приклеивается направляющая полоса из поливинилхлорида *B*, которая насаживается на биговальные линейки.

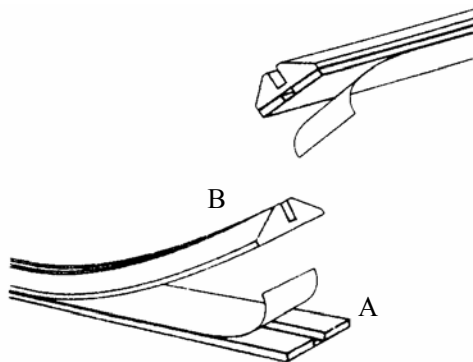


Рис. 7.34. Биговальная матрица «Канал»: *A* — основной профиль;  
*B* — направляющая полоса

Главное преимущество данной системы заключается в том, что нет необходимости в оттиске биговальных линейек. Готовые нарезанные матрицы с направляющими и центрирующими элементами, соответствующие требуемой длине бигов, насаживаются при помощи направляющих или монтажных полос *B* на биговальные линейки (рис. 7.35). Далее убирают защитные полоски. Формы для высечки устанавливаются в машину таким образом, чтобы биговальные матрицы не соприкасались с какими-либо жирными частями машины. Выполняется один единственный рабочий ход тигельного пресса так, чтобы готовые матрицы приклеились к матричной плите. После окончания рабочего цикла биговальные линейки отделяют от направляющих элементов. Затем с матриц убираются направляющие и клейкие полосы.

Для контроля установленной таким путем матричной биговальной матрицы выполняется высечка нескольких листов.

Для подрезки и скола готовых матриц с направляющими используются клещи «Канал» или настольный пресс. В местах, где сходятся друг с другом режущие и биговальные линейки, нанесение готовых матриц с направляющими «Канал» связано с определенными трудностями из-за приклеенной по обеим сторонам режущих линейек пенорезины. Последнюю поэтому необходимо

частично временно устранить, если это заранее не было выполнено слесарем-инструментальщиком по формам.

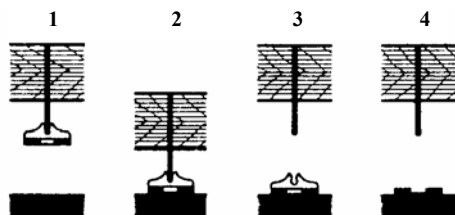


Рис. 7.35. Технологический процесс приклейки готовой матрицы «Канал»: 1 — удаление защитной пленки и установка профиля на биговальном ноже; 2 — размещение контрматрицы на плите; 3 — освобождение профиля; 4 — удаление профиля с контрматрицы

При использовании готовых матриц с направляющими «Канал» высота биговальных линеек определяется следующим образом:

$$h = H - e - 0,2,$$

где  $H$  — высота режущих линеек;  $e$  — толщина картона.

Часто также используются другие пазовые фасонные профили, монтаж которых требует большего затрат труда, чем матричные приправки «Канал».

Самоклеющиеся биговальные матрицы *Cito* состоят из двух полос (рис. 7.36), выполненных из вулканизированной фибры, которые соединены между собой посредством поливинилхлоридной пленки. Благодаря тому, что клеящий материал не покрывает среднюю часть, прозрачный поливинилхлоридный слой позволяет видеть оттиск биговальных линеек, что, в свою очередь, облегчает нанесение приправки.

Согласно предписаниям завода-изготовителя оттиск выполняется непосредственно на высекальной плите, для чего используется специальная копировальная бумага. Очень важно, чтобы высекальная плита была абсолютно чистой без жира и следов ржавчины. В

том случае, когда оттиск выполняется на крафт-бумагу, установка биговальной матрицы требует особой тщательности, так как дополнительное смещение невозможно.

Выбор профиля производится в соответствии с толщиной картона и биговальных линейек, т.е. точно также как и при использовании матриц, вырезаемых из прессшпана.

Толщина матрицы = толщине картона.

Ширина паза = толщине биговальной линейки + 1,5 толщины картона.

Эти правила действительны для биговки, выполняемой перпендикулярно к направлению волокон. При параллельном расположении бигов относительно волокна, используется профиль с пазом, который на 0,2 мм уже. Размеры указываются на задней стороне отдельных элементов матричной приправки.

Поливинилхлоридный слой является чрезвычайно тонким, поэтому он не оказывает никакого влияния на выбор высоты биговальных линейек. Матричные биговальные приправки *Cito* можно легко разрезать ножницами. Однако завод-изготовитель может поставить настольные ножницы с измерительной линейкой для разрезки и фасонной подгонки контактных кромок.

В продаже имеется два сорта *профильных пазовых планок Formfil*, а именно самоклеящиеся планки и планки для приклеивания ацетоном. Профиль состоит из целлулоида или деривата. Его прозрачность облегчает приклеивание на основе оттиска, выполняемого на крафт-бумаге. Для оттиска завод-изготовитель рекомендует использовать упоры, которые необходимо насадить на биговальные линейки. Упоры поставляются в виде полос длиной в 60 см, которые прорезаны через каждые 15 мм.

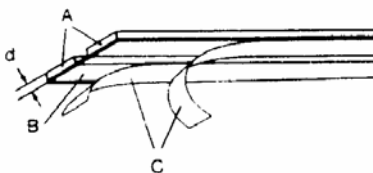


Рис. 7.36. Самоклеящаяся матрица *Cito*:

- A — профильные полосы;
- B — поливинилхлоридная пленка;
- C — бумажные защитные слои;
- d — толщина картона

Профильные пазовые планки, правильно подрезанные специальными ножницами, приклеиваются сначала в точках при помощи чистого ацетона, после чего пропитываются малой кисточкой по всей длине и связываются с крафт-бумагой. Концы чаще всего следует скашивать, чтобы они не оставляли никаких отпечатков на картоне. Для картона различной толщины поставляется целый ряд профилей, также как и для гофрированного картона и обратной биговки. Инструкции по выбору ширины пазов и высоты биговальных линеек можно получить на заводе-изготовителе.

Использование *металлических профилей* для производства заготовок больших серий постепенно уменьшается. В значительной степени это обусловлено применением приспособлений для фрезерования биговальных пазов, благодаря которым значительно дешевле можно изготавливать приправки, обладающие высокой стойкостью противодавления, из деллита или пертиакса.

Наиболее известные профили выполняются из тянутой латуни и изготавливаются в Италии. Профиль А (рис. 7.37) используется со стандартными биговальными линейками, причем из-за толщины основания профиля необходимо дополнительно вычесть от высоты 0,3–0,4 мм. Профили В и С, как правило, поставляются совместно с соответствующими биговальными линейками. Профиль С обратной биговки часто используется для клапана упаковки «Флип-Топ» при изготовлении сигарет.

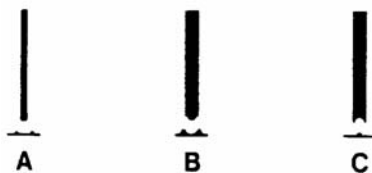


Рис. 7.37. Металлические профили: А — для использования со стандартными биговальными линейками; В — С — с соответствующими биговальными линейками

Подготовка таких приправок чрезвычайно трудоемкая, так как углы должны быть скошены на 40° и ребра на обоих концах должны быть выполнены более низкими, чтобы картон при совместном воздействии режущих и биговальных линеек не расщеплялся.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите способы механической отделки и определите их назначение.
2. Какие вы знаете преимущества и недостатки способов высечки?
3. Определите назначение, назовите исходные материалы и продукты пакетной высечки.
4. Какие способы пакетной высечки вы знаете?
5. Что такое высечка заготовок-двойников?
6. Что такое высечка с предварительной разрезкой?
7. В чем особенности наладки высекального оборудования с продавливанием материала через неподвижный штамп?
8. В чем особенности технологии штанцевания этикеток?
9. В чем особенности технологии полистного штанцевания картонных коробок?
10. Опишите технологическую схему машины для штанцевания картонных коробок.
11. Опишите состав штанцформы и назначение ее элементов.
12. Опишите состав оснастки для отделения облоя от заготовок.
13. Опишите состав оснастки для разделения заготовок.
14. Какие особенности одновременной высечки и конгревного тиснения вы знаете?
15. Какие инструменты используются для перфорации и в чем ее особенности?
16. Какие инструменты используются для биговки и в чем ее особенности?
17. Как контролируется биговка, какие дефекты могут возникнуть и какие есть способы их устранения?
18. Расскажите о работе высекальных ножей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бобров В.И.* Технология послепечатных процессов. Технология тиснения: учеб. пособие / В.И. Бобров, Л.О. Горшкова, Е.И. Лисиченко, В.А. Мисонжник. — М.: Изд-во МГУП, 2006.
2. Брошюровочно-переплетные процессы: технологические инструкции. — М.: Книга, 1982.
3. *Вайноя О.В.* Флок и ворсовые покрытия: краткое пособие для потребителей. С-Пб.: ООО «ЛИТА», 2004.
4. *Варепо Л.Г.* Производство упаковки из бумаги, картона и гофрокартона: учеб. пособие. Омск: ОмГТУ, 2002.
5. *Волчек В.Л.* Отделка полиграфической продукции. — М.: Книга, 1988.
6. *Воробьев Д.В.* Технология послепечатных процессов: учебник. — М.: Изд-во МГУП, 2000.
7. *Германиес Э.* Справочная книга технолога-полиграфиста. — М.: Книга, 1982.
8. *Гилязетдинов Л.П., Левин Г.М., Огороднева М.В.* Фольга для горячего тиснения. — М.: Книга, 1981.
9. *Козаровицкий Л.А.* Бумага и краски в процессе печатания. — М.: Книга, 1965.
10. *Козлов С.Н.* Теоретические основы тиснения на переплетных крышках. — М.: Изд-во МПИ, 1967.
11. *Крюкова З.С.* Припрессовка пленки к печатной продукции / Крюкова З.С., Минченко Н.И. — М.: Книга, 1976.
12. *Кузнецова А.Д.* Режимы печатания красками на переплетных крышках // Переплетные процессы и материалы: Труды ВНИИ полиграфической промышленности. Т. 19. Вып. 1. М.: ВНИИПП, 1968.
13. *Купцова О.Б.* Основные режимы переплетных процессов. — М.: Книга, 1970.
14. *Либау Д.* Промышленное брошюровочно-переплетное производство. Ч. 1. / Д. Либау, И. Хайнце. — М.: Изд-во МГУП, 2007.



15. *Либау Д.* Промышленное брошюровочно-переплетное производство. Ч. 2. / Д. Либау, И. Хайнце. М.: Изд-во МГУП, 2007.

16. ОСТ29.42-98. Стандарт отрасли. Полиграфическое производство. Дефекты полуфабрикатов и готовой продукции. Термины и определения. М.: Государственный комитет Российской Федерации по печати, 1998.

17. *Пергамент Д.А.* Брошюровочно-переплетное оборудование: учебник. — М.: Изд-во МПИ, 1990.

18. Печатные системы фирмы *Heidelberg*. Послепечатное оборудование: учеб. пособие / В.И. Бобров, Г.Б. Куликов, Е.В. Одинокова, Д.А. Пергамент, А.Ф. Федосеев. — М.: Изд-во МГУП, 2000.

19. *Плоткин М.М.* Исследование основных параметров ротационного тиснения: дис. канд. техн. наук. — М.: Изд-во МПИ, 1961.

20. *Смирнов Г.П.* Исследование процесса тиснения и определение расчетных параметров для проектирования позолотных прессов: дис. канд. техн. наук. — М.: Изд-во МПИ, 1952.

21. *Фрухтбейн М.К.* Отделка печатной продукции. Бронзирование, лакирование, тиснение. — М.: Изд-во Книга, 1985.

22. Справочник технолога-полиграфиста. Ч. 6. Брошюровочно-переплетные процессы / сост. Л.Г. Гранская, О.Б. Купцова. — М.: Книга, 1985.

23. *Стефанов С.* Технологии лакирования: процессы, материалы и оборудование. — М.: Репроцентр М, 2003.

24. *Урядова Г.В.* Исследование взаимодействия красочной фольги с термопластичным покрытием переплетных материалов в процессе тиснения нагретым штампом: дис. канд. техн. наук. — М.: Изд-во МПИ, 1968.

25. *Урядова Г.В.* Физико-химические основы взаимодействия фольги с покрытиями переплетных материалов // Переплетные процессы и материалы: Труды ВНИИ полиграфической промышленности. Т. 19. Вып. 1. М.: ВНИИПП, 1968. — С. 23–34.

Учебное издание

**Бобров Владимир Иванович**  
**Сенаторов Леонид Юрьевич**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Учебное пособие*

Редактор *Е.Б. Казакова*  
Корректор *Е.Е. Бушуева*  
Компьютерная верстка *Е.А. Бариновой*

Подписано в печать 16.09.08. Формат 60×84/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 25,23. Тираж 500 экз. Заказ № 259/238.

---

Московский государственный университет печати.  
127550, Москва, ул. Прянишникова, 2а.  
Отпечатано в РИО МГУП.