

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»**

**А.С.СМОЛИН, В.И.КОМАРОВ,
В.К.ДУБОВЫЙ, В.И.БЕЛОГЛАЗОВ**

ТЕХНОЛОГИЯ ГОФРОКАРТОНА

Учебное пособие

Часть I I I

Санкт-Петербург
2014

УДК 676. 6(075)

Смолин А.С., Комаров В.И., Дубовый В.К., Белоглазов В.И. Технология гофрокартона: учебное пособие/ СПбГТУРП. – СПб., 2014. Ч.III – 103 с.

В части третьей настоящего учебного пособия представлены материалы по пароконденсатной системе гофроагрегата, сушильной части, системе автоматизации, изложены основы регулирования отходов гофроагрегата и производства тяжелых гофроагрегатов и микрогофрокартона.

Учебное пособие имеет целевую аудиторию пользователей: студенты, аспиранты, преподаватели и научная общественность, чьи интересы связаны с гофроиндустрией, а также специалисты фирм и организаций, производящих исходные материалы, гофрокартон и гофротару.

Рецензенты: директор сертификационного центра «Бумикс», канд. техн. наук П.С. Осипов;
начальник отдела тароупаковочных и технических видов бумаги и картона ОАО «ВНИИБ», канд. техн. наук В.И. Крупин.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия.

© Смолин А.С., Комаров В.И., Дубовый В.К.,
Белоглазов В.И., 2014

© Санкт-Петербургский государственный
технологический университет растительных
полимеров, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Трудно представить современный товарооборот без упаковки. Как правило, стоимость упаковки крайне незначительна в сравнении с упакованным товаром. Однако барьерная, информационная и эстетическая роли упаковки весьма велики, поэтому функциональные характеристики упаковки требуют тщательного изучения и искусного воспроизведения.

Бумага и картон имеют многолетнюю историю использования для упаковки. Следует признать, что бумага как оберточно-упаковочный материал проигрывает конкурентную борьбу полимерным материалам. Полимеры легче, технологичнее в создании упаковки. Их лучшие барьерные свойства связаны, главным образом, с минимальной гигроскопичностью, воздухопроницаемостью, ароматосохранностью и гидростойкостью. Современные достижения полиграфии позволяют достигнуть уровня информации и эстетического восприятия по крайней мере не хуже, чем при использовании бумажной основы. Главный недостаток полимерной упаковки – экологическая уязвимость. Эта проблема пока не имеет удовлетворительного решения, но весомое преимущество полимеров по сравнению с традиционными материалами розничной упаковки – бумагой и стеклом – позволяет полимерам выигрывать конкурентную борьбу. Иные «взаимоотношения» с полимерными материалами у картонной упаковки, основу которой составляет гофрокартон. Гофрокартон должен быть высшего качества, полностью подходящий для современных условий своим совершенством, экологической безопасностью, практичностью, сравнительной дешевизной, при этом используются возобновляемые ресурсы при рециркуляции большей части отходов для производства множества высококачественных защитных и каркасных ящиков с многокрасочной печатью.

Результатом конкурентной борьбы с полимерными материалами является отнюдь не вытеснение гофрокартона из упаковочной индустрии, а скорее, в ряде случаев, симбиоз картонной и полимерной упаковок,

сочетающий преимущества обоих материалов. Хотелось бы надеяться, что материалы этого учебного пособия помогут развитию гофроиндустрии, увеличению успешности и доходности промышленных предприятий, будут способствовать их функционированию с должным коммерческим успехом.

В главах учебного пособия можно найти материалы по технологии и оборудованию процессов производства материалов для гофрокартона, изготовлению гофрокартона на гофроагрегатах. Учебное пособие имеет целевую аудиторию пользователей: специалисты фирм и организаций, производящих исходные материалы, гофрокартон и гофротару, студенты, аспиранты, преподаватели и научная общественность, чьи интересы связаны с предметом изложения.

Настоящее учебное пособие во многом составлено по материалам книги Т. Пиннингтона Гофроиндустрия. В поисках совершенства T. Pinnington The Corrugated Industry. In Pursuit of Excellence. Книга Т. Пиннингтона – вероятно, лучшая за последние годы о гофрокартоне. К сожалению, из-за высокой цены это издание малодоступно и не адаптировано для студентов и, естественно, не рассматривается как учебное пособие. Пособие необходимо для подготовки специалистов, работающих в гофропроизводстве, дефицит которых уже сейчас ощущается, так как гофроиндустрия – одна из наиболее динамично развивающихся отраслей ЦБП. По материалам книги Т. Пиннингтона составлены главы 1-4 и 7-15. Эти материалы адаптированы для студентов профильных вузов, изучающих процессы переработки бумаги и картона.

ГЛАВА 11. ПАРОКОНДЕНСАТНАЯ СИСТЕМА ГОФРОАГРЕГАТА

Есть много мистики, окружающей паровую систему, в значительной степени поддерживаемой инженерами-технологами, у каждого из которых персональное мнение. В этой главе изложены актуальность и логика схем и преимущество пара в качестве передающей среды тепловой энергии, особенно подходящей для гофроагрегата.

Основы теории

Пар – бесспорно лучшая передающая среда для нагрева гофроагрегата. Ничто другое не предлагает тех же самых преимуществ:

- он несет высокую плотность энергии и поэтому требует относительно небольших диаметров трубы;
- теплопередача может происходить при постоянной температуре, если используется сухой насыщенный пар;
- пар передает тепловую энергию очень эффективно;
- пар автоматически передается наиболее быстро туда, где он больше всего необходим;
- пар является безвредным для окружающей среды, неядовитым и негорючим.

Что такое сухой насыщенный пар и почему мы используем его для гофрирования?

Соотношение температур и давлений насыщенного пара показано в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Параметры пара

P бар (абс)	T , °C	v^1	v^2	h^1	r	h^2
0,5	81	0,00103	3,240	340	2305	2645
1,0	100	0,00104	1,673	419	2257	2676
5,0	152	0,00109	0,3747	640	2107	2748
10,0	180	0,00113	0,1943	763	2014	2776
16,0	201	0,00115	0,1237	859	1933	2792

v – удельный объем, м³/кг;

h – теплосодержание, кДж/кг;

r – скрытая энергия парообразования;

P – абсолютное давление;

1 – пар; 2 – вода.

Единица бар – атмосферное давление, таким образом, при абсолютном давлении пара 16 бар манометр считывает 15 бар (разность между абсолютным и атмосферным давлением), и пар имеет температуру 201 °С.

В процессе производства двухслойного картона **осуществляется** следующее распределение потребления энергии: 70 % для того, чтобы нагреть бумагу

и влагу, в ней содержащуюся, и для того, чтобы испарить влагу; 20 % на застывание и высыхание крахмала; 10 % конвективные и инфракрасные потери.

При нагреве воды и атмосферном давлении прилагаемая энергия повышает температуру воды, пока она не достигнет 100 °С, когда вода кипит. В этой точке тепловая энергия 419 кДж/кг. Дальнейшее приложение теплоты вызывает превращение воды в пар. Если этот пар при выходе из котла поддерживается при 100 °С и атмосферном давлении (1 бар), это – сухой насыщенный пар, и он содержит тепловую энергию воды (419 кДж/кг) плюс тепловая энергия, которая привела к ее испарению (скрытая теплота парообразования), величина которой 2257 кДж/кг. Если он теперь вступает в контакт с охлажденным объектом или теплота так или иначе удаляется с поверхности ее носителя, этот насыщенный пар быстро отдаст так много своей скрытой энергии, сколько необходимо, чтобы довести температуру среды до 100 °С. В этом процессе пар полностью меняет свое состояние и снова становится водой – конденсируется. Но пока он конденсируется, температура остается неизменной 100 °С.

Если вода нагревается при давлении выше, чем 1 бар, значения точки кипения и скрытой теплоты возрастают. Если пар нагревается далее при недостатке воды, он становится перегретым, но не может конденсироваться

(мешает большая скрытая энергия), пока его температура не станет равной точке кипения при этом давлении, и он снова становится влажным. Перегретый пар не то, что мы хотим – нам нужен сухой насыщенный пар.

Мы сохраняем его сухим, но периодически удаляем конденсированную воду из него. Это также означает, что важно сохранить паровое состояние.

Неконденсируемые газы

Вода содержит немного воздуха и, возможно, другие газы, в ней растворенные. При нагревании вода переходит в пар. Газы не вызывают проблем, пока Вы не пытаетесь передать теплоту через стенки вращающихся камер или через верхнюю поверхность статической камеры. Тогда они формируют изолирующую пленку между паром и поверхностью, нагреваемой паром. Поэтому у наших паровых систем должны быть средства удаления неконденсирующихся газов в различных точках, где они могут собраться. Они могут входить в систему другими путями, чем вода, например, когда паровая система закрывается на выходные.

Подача пара на гофроагрегат

Система подачи пара обычно содержит следующие компоненты (рис. 11.1).

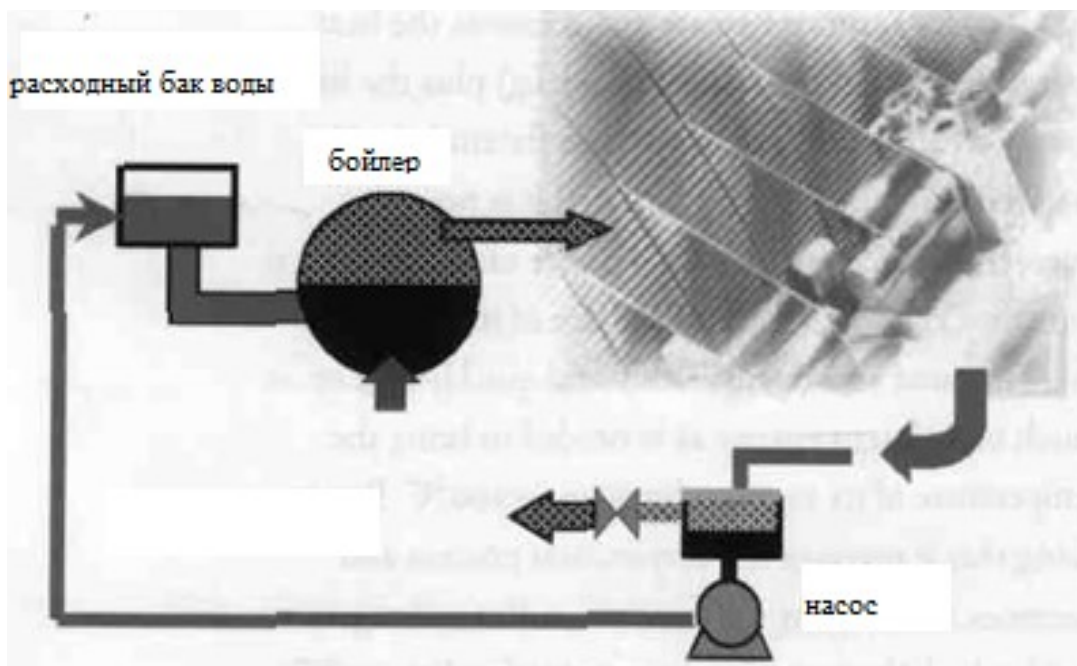


Рис.11.1. Система подачи пара

Подпиточная вода добавляется в питательный бак после адекватной подготовки, чтобы заменить потерянный пар, особенно на паровых sprays, и он возвращается в нагреватель (бойлер). У питательного бака должна быть температура приблизительно 103 °C; это соответствует избыточному давлению приблизительно 0,2 бар. В бойлере в дальнейшем вода нагревается, пока не образуется пар.

Бойлер

Чтобы походить по размерам для питания гофроагрегата, паровой бойлер должен удовлетворять следующим критериям конструкции (рис. 11.2):

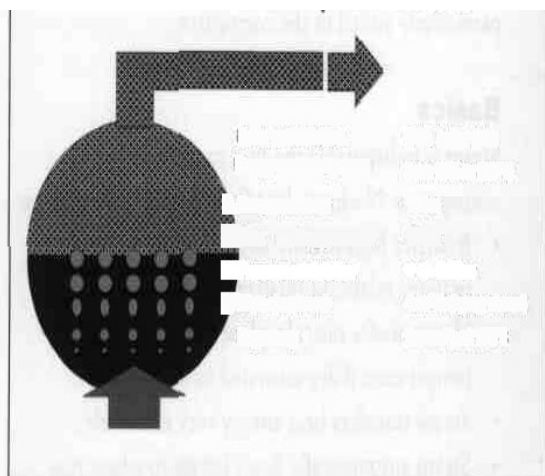


Рис. 11.2. Производство пара

производительность бойлера – 6 т/ч, лучше – 8 т/ч;
 область преобразования энергии: от 15 % до 100 %;
 расчетное давление: 18 бар;
 максимальное рабочее давление: 16 бар;
 изменение давления: менее +/- 0,5 бар;

водоочистка: 4 м³/ч (пар на sprays);

дегазация: термически при 103 °С.

Конструкция бойлера не влияет на продукцию гофрированного картона. Бойлер просто должен поддерживать постоянное давление 15 - 16 бар.

Трубопроводы

Пар передается через хорошо изолированные каналы на гофроагрегат. От главной магистральной трубы, которая проходит вдоль мокрой части гофроагрегата, отделяются соединительные патрубки подачи пара к отдельным потребителям, таким как гофрирующий пресс, подогреватель и нагревательная секция производства трехслойного гофрокартона.

При проектировании труб должно соблюдаться следующее:

- расположите трубопроводы с достаточным наклоном для выхода конденсата;
- осушите и деаэрируйте конец трубы;
- осушите низкие точки;
- избегайте снижений диаметра концентрических труб, которые формируют водоотделители;
- всегда подавайте пар с верхней стороны трубы.

Теплопередача

Для питания вращающегося цилиндра через трубопровод, пар протекает через паровое соединение, которое является вращающимся входом, установленным на цилиндрической оси. Во внутренней области цилиндра пар передает свою теплоту стенкам, и при этом он конденсируется.

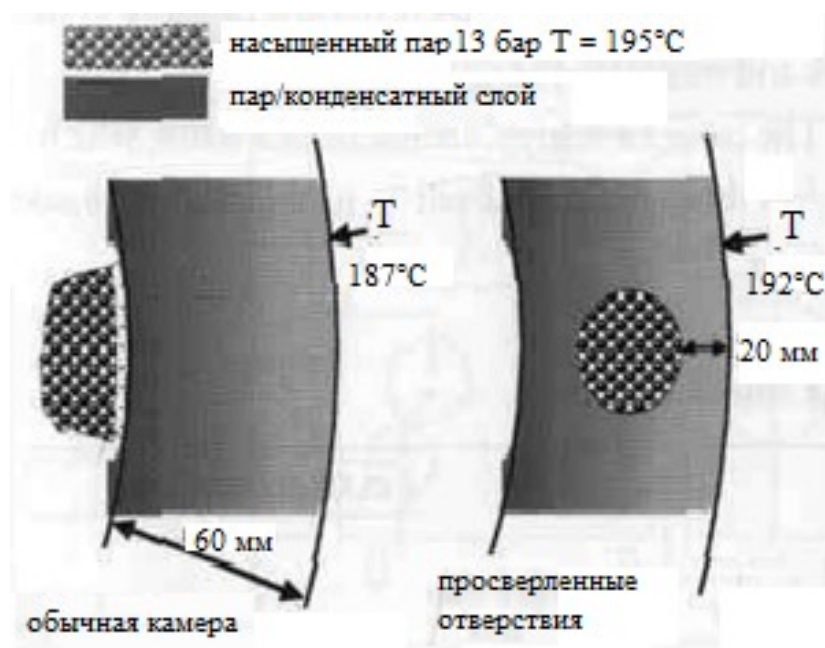


Рис.11.3. Нагрев различных стенок

Вследствие образования пленки конденсата и наличия толстых стен цилиндра, температура поверхности падает в случае традиционных обогреваемых валов. В случае периферически просверленных валов не может образовываться никакая пленка конденсата, что приводит к значительному росту температуры поверхности (рис. 11.3).

Аналогичный случай с нагревательными плитами, который приводит к следующим преимуществам:

- увеличение температуры нагрева бумаги на 15 °С и больше;
- очень скоростной нагрев и быстрая подстройка температуры к отличающимся производственным условиям;
- постоянство температуры по всей рабочей ширине.

Конденсатные горшки

При передаче тепла к отдельным потребителям пар конденсируется, и конденсат стекает в большинстве случаев в конденсатные горшки. Задача конденсатных горшков – удалить конденсат и воздух из паровых котлов.

Удаление воздуха из гофроагрегата особенно важно. При нагревании гофроагрегата пар перемещает воздух перед собой. Поскольку воздух не может конденсироваться, он собирается перед конденсатными горшками. Воздух – очень плохой проводник и имеет эффект изоляции, который может привести к проблемам с температурой во время производства. Принципы

функционирования конденсатного горшка:

- давление в горшке выше, чем в трубопроводе конденсата. Конденсат, стекающий в горшок, поднимает поплавок. Клапан открывается, и конденсат может стечь. Поскольку уровень жидкости снижается, поплавок опускается, чтобы закрыть клапан еще раз. Если есть воздух в конденсатном горшке, температура падает, что вызывает открытие выпуска (рис. 11.4);
- для удаления влаги из паровой зоны и подачи конденсата в трубопроводы конденсата требуется перепад давления;
- в случае группового обезвоживания несколько нагревательных котлов обслуживаются одним конденсатным горшком (рис.11.5).

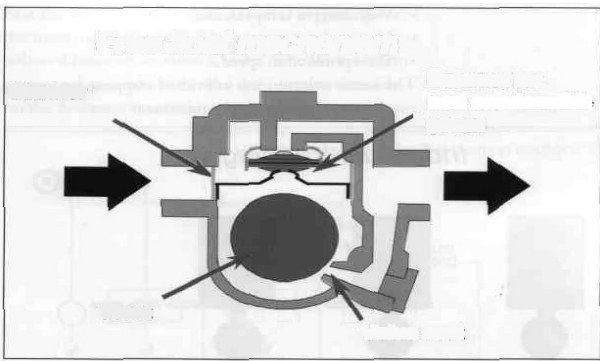


Рис.11.4. Поплавковый механизм

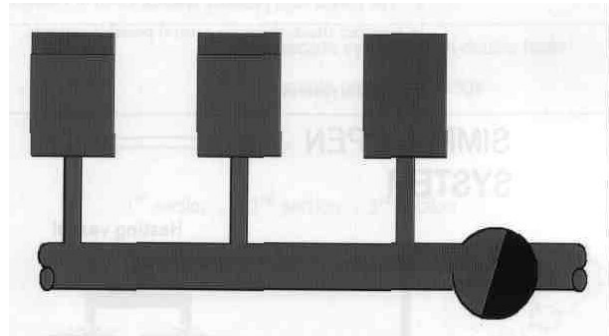


Рис.11.5. Групповое отделение конденсата

С одной стороны, есть преимущество в необходимости только одного конденсатного горшка для группы горячих сосудов и, таким образом, снижении стоимости; с другой стороны, есть следующие недостатки: в котле меньше конденсата, поскольку требуется меньшее количество теплоты. Таким образом, пар может достигнуть конденсатного горшка и закрыть его так, чтобы другие сосуды не были осушены.

В результате: медленное нагревание, колебания температуры, неравномерное нагревание, низкая производительность.

Лучшее решение – раздельное отделение конденсата, т.е. один конденсатный горшок после каждого потребителя (рис. 11.6).

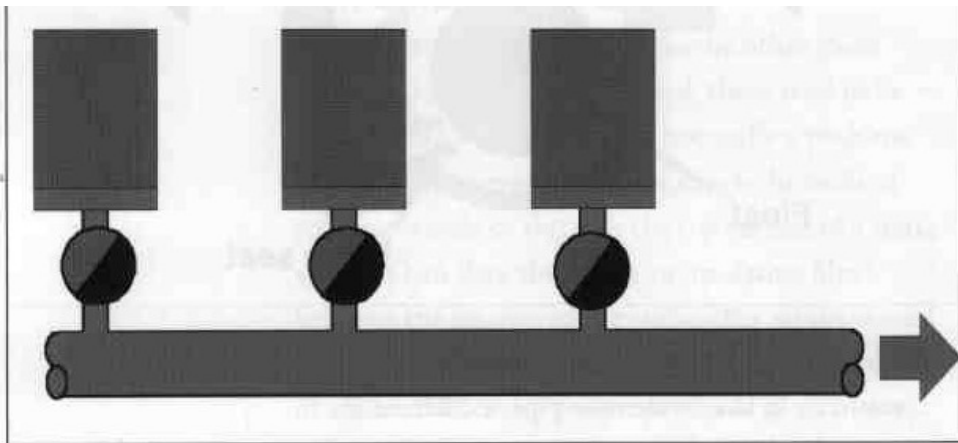


Рис.11.6. Раздельное отделение конденсата

Конденсатная система

После отделения конденсата в ловушке есть два основных способа вернуть его к нагревателю:

- 1) простая открытая система (рис. 11.7);

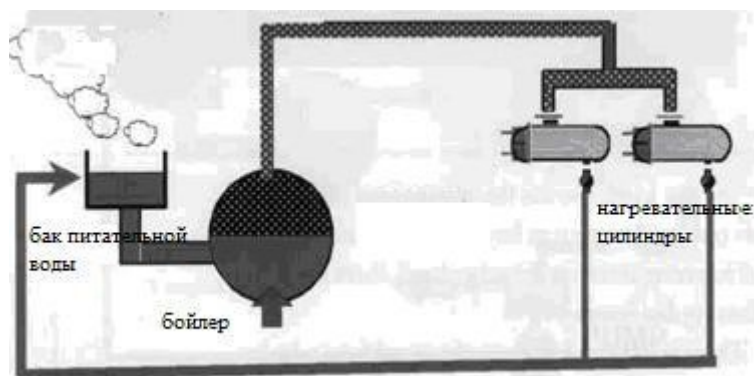


Рис.11.7. Простая открытая система

2) закрытая система с высоким давлением (рис. 11.8).

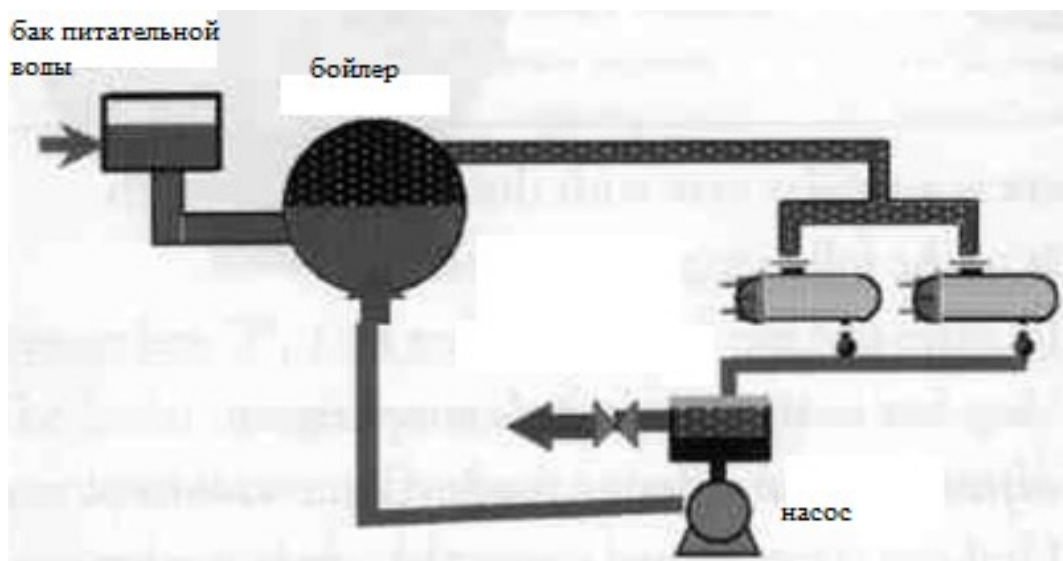


Рис.11.8. Закрытая система

Есть также несколько промежуточных вариантов.

Открытая система

Из бака питательной воды подготовленная вода подается в паровой бойлер. Здесь образуется пар, который конденсируется в нагревательных котлах, и конденсат стекает в конденсатную систему через ловушки.

Горячий конденсат (температура до 180 °С, давление 9 бар) передается в бойлер через бак питающей воды. Этот резервуар является открытым и находится при атмосферном давлении, значит, горячий конденсат похож на пар и передает большую часть своей энергии в атмосферу.

Преимущество системы – низкое давление в резервуаре и повышенная безопасность работы.

Стоимость энергии, химикатов и воды, потерянных через **поверхность**, составляет примерно € 28 000 ежегодно.

Закрытая система

Отличие от открытой системы – то, что конденсат высокого давления собирается в отдельном резервуаре и перекачивается прямо назад в бойлер, под давлением. Пар на спрыски также подается из этого резервуара. Большое преимущество этой системы состоит в том, что почти никакие энергия, вода

или химикаты не потеряны, в то время как капитальные затраты незначительно выше.

Нагревательные сосуды в гофроагрегате

Гофрирующий пресс

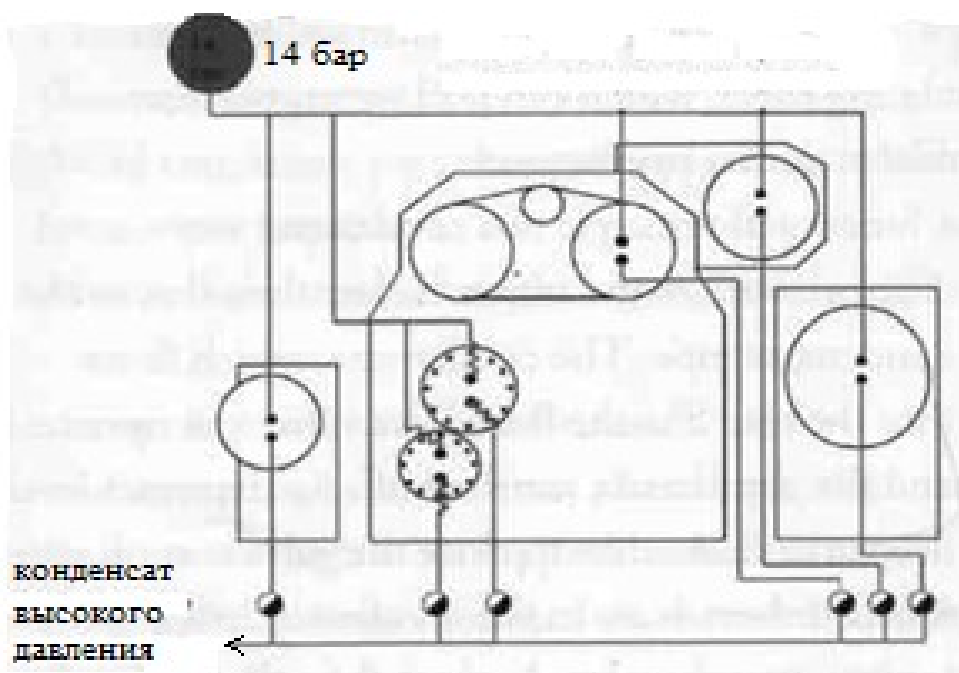


Рис.11.9. Пароконденсатная система гофрирующего пресса с традиционными нагревательными валами

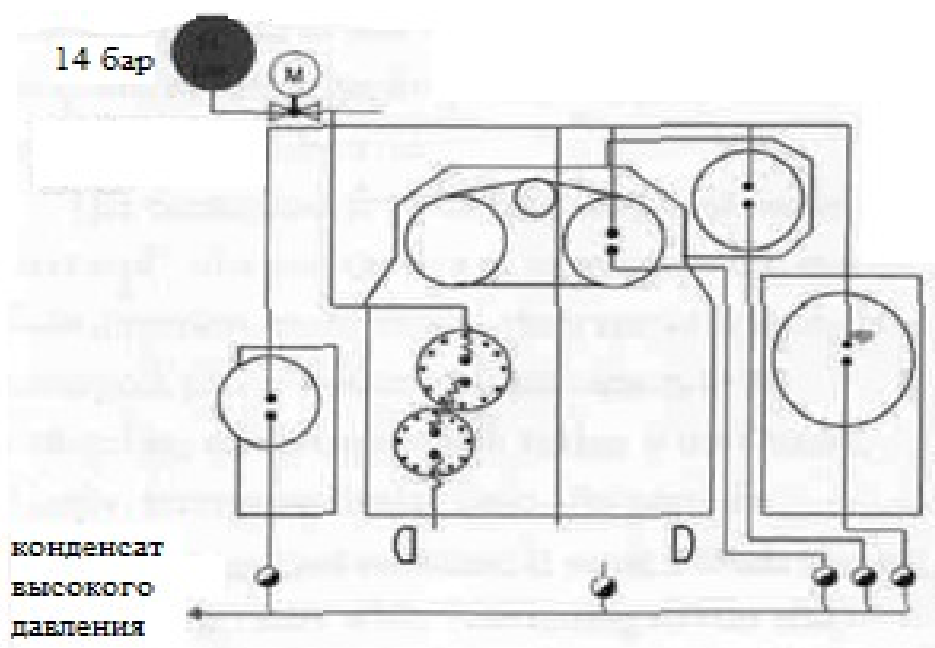


Рис.11.10. Пароконденсатная система гофропресса с просверленными по окружности отверстиями

Возьмем в качестве примера агрегат фирмы BHS, в машине

с традиционными нагреваемыми отсеками гофрирующих валов, каждый вал питается прямо от линии острого пара. Конденсат удаляется сифонными трубками через отдельные конденсатные горшки, которые связываются с системой возврата конденсата высокого давления (Рис.11.9) .

В паровой системе гофроагрегата для изготовления двухслойного гофрированного картона с периферической перфорацией гофрирующих валов станина гофрирующего вала напрямую подключается к управляемому острому пару, который подается сначала к верхним гофрирующим валам, затем каскадом к нижним валам. От нижнего гофрирующего вала пар **проходит** в отделительный бак прежде, чем пойман в ловушку. Острый пар подается к каждому из нагревательных цилиндров в первой склейке (Рис.11.10).

В целях эффективного отвода конденсата из гофрирующих валов, требуется перепад давления 2,5 – 3 бар, чтобы гарантировать хорошее протекание через различные проходы. Другие нагревательные цилиндры аналогичны цилиндрам с нормальной системой: трубопроводы **к** конденсатным горшкам **под** высоким давлением.

Нагревательная секция второй склейки

Каскадная система

В случае каскадной системы отходящий от первой секции нагревательных плит пар осушается, затем передается ко второй секции и так далее, и паровые клапаны для регулирования давления соединены последовательно.

Самое высокое давление создается в первой секции, и, чтобы гарантировать течение, вторая и третья секции должны быть с пропорционально меньшим давлением.

Для лучшего **использования** энергии отходящим паром от конденсатного горшка первой секции нагревают вторую секцию. Этот пар пополняется через механизированный вентиль М2 (рис.11.11). Та же самая процедура выполняется между секциями 2 и 3. Самое низкое давление пара,

которое может установиться в третьей секции, зависит от конденсатной системы.

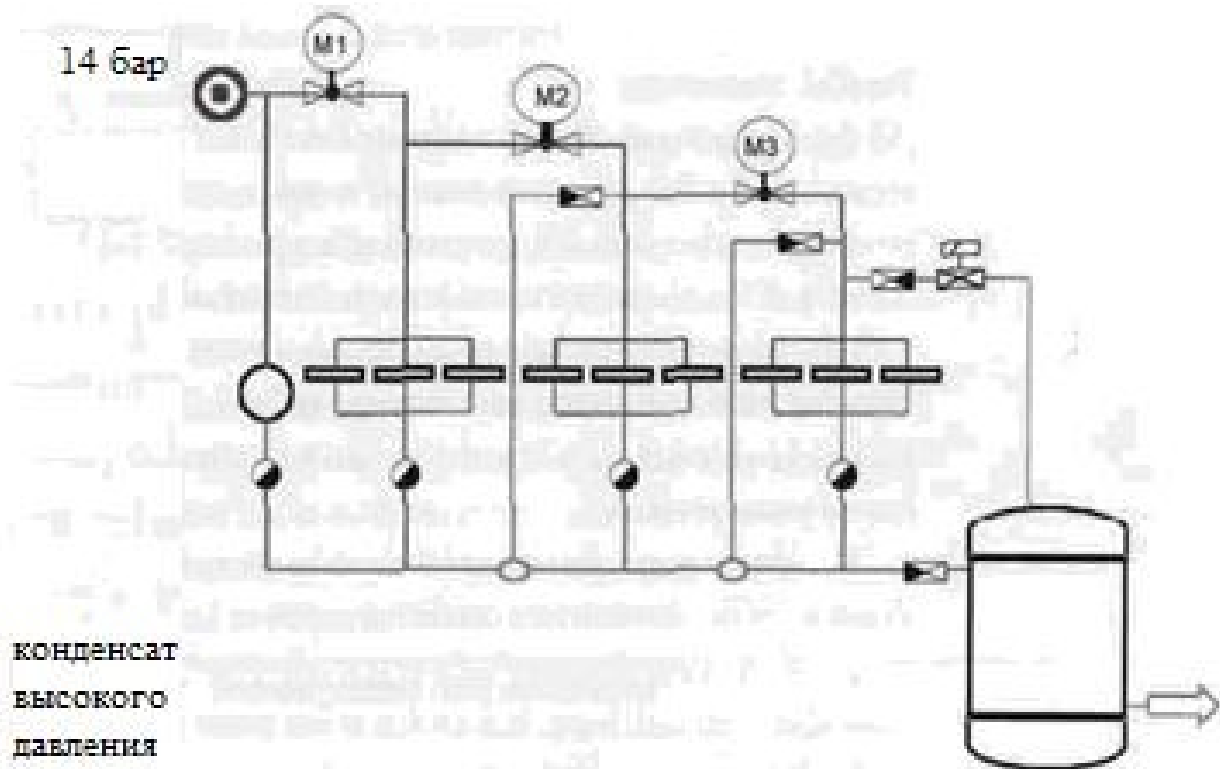


Рис.11.11. Каскадная система в секции нагрева

Таким образом, уменьшение температуры должно использоваться в направлении перемещения бумаги, что является весьма приемлемым для большей части видов картона.

Это приводит к проблемам с новыми микрофрами (F, G, N и O):

- плотные бумаги и маленький объем воздуха в картоне препятствует выходу пара, приводя к образованию пузырьков пара;
- очень низкие температуры крахмального клейстера.

В этом случае лучше начинать с низкой температуры, чтобы образовывать хорошие связи, и повышать температуру, чтобы прогрессивно высушивать картон.

Это требует дальнейшего развития каскадной системы с параллельным циркулированием вместо последовательного соединения.

Параллельное соединение

Все три секции напрямую подключаются к линии острого пара.

При этом есть возможность производить продукцию как при падении, как и при увеличении давления. Использование вторичного пара от индивидуальных секций аналогично каскадной системе. Однако требуется больше обратных ловушек, и подпитка имеет место только в секции с самым низким давлением пара.

Самое низкое давление пара, которое может быть установлено снова, зависит от конденсатной системы основного направления.

Возможны следующие установки паровой новой системы нагрева, контролируемой по секциям (рис.11.12).

В зависимости от качества бумаги, типа гофров и необходимой для сушки энергии, типичные параметры настройки следующие (табл.11.2):

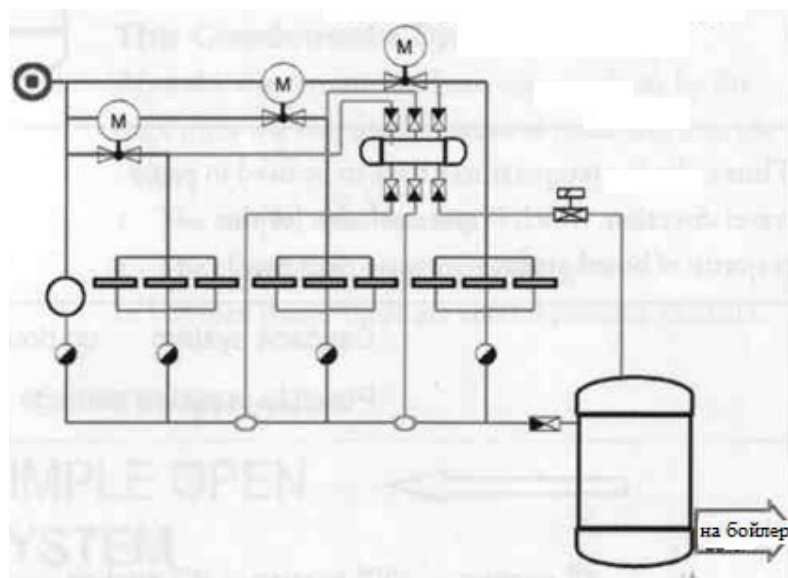


Рис.11.12. Новая система нагрева

Таблица 11.2

Параметры настройки

Пар	Легкие, обычное качество	Трехслойные, хорошее качество	Тяжелые многослойные	Плотные бумаги с белым покровным слоем (требующие большого нагрева)	Микрогофр
1-я секция	8	13	12	6	2
2-я секция	6	13	10	8	2
3-я секция	2	13	8	12	2
Давление	Уменьш.	Постоянн.	Уменьш.	Увелич.	Постоянн.

ГЛАВА 12. СУШИЛЬНАЯ ЧАСТЬ ГОФРОАГРЕГАТА

Безостановочное производство

Оснащение сухой части гофроагрегата может изменяться в некоторых деталях. В завершение этой главы дана информация относительно выбора простой или многослойной резки.

В сухой части гофроагрегата картон, сделанный в мокрой части, режется, рилуется или бичуется в машинном направлении, режется в поперечном направлении, затем укладывается в кипы, готовые к транспортировке, или в листы, направляемые заказчиком или на перерабатывающие машины, которые изготавливают из них ящики, лотки, вкладыши или витрины. Как часть непрерывно действующей машины, сухая часть должна включать средства для изменения вида продукции без остановки работы, а также должны быть средства для удаления отходов и брака.

Ротационная резка

Расположенные на выходе из секции сушки поперечные ножи выполняют двойную функцию:

а) обрезают пересушенный или расслоившийся картон при пуске машины или при возникновении проблем в мокрой части. Для этого необходимо скомпоновать удалитель обрезков. Он состоит из поднимающегося щитка, который направляет картон в зазор валов, вращающихся со скоростью, превышающей рабочую, которые, в свою очередь, подают лист на тележку брака. Тележка находится на роликах и может быть вручную отключена от линии для выгрузки и после этого вновь ставится на место;

б) разъединяют полотно с простой насечкой или с множественными вырезками при изменении вида продукции. Есть несколько вариантов изготовления поперечной резки: или с одной зубчатой вырезкой ножа в эластичной резине, или с подложкой из полиуретана (которая может быть

полной поверхностью вала, лентой в вале, совпадающей с ножом), или с поддерживающим сукном, или с одним вращающимся напротив установленного контрножа ножом (простая резка), или с двумя вращающимися друг против друга ножами (двойная поперечная резка).

Двойная поперечная резка – лучшее техническое решение, но, конечно, самое дорогое. Этот вариант изготовления также открывает возможность резки до заданной длины, давая возможность управления приводом.

Какой бы вариант ни использовался, нож должен иметь достаточную мощность привода, чтобы ускориться от нуля до скорости движения картона, затем торможения до нуля в пределах одного оборота. Таким образом, инерция ножевого барабана, размер мотора и электронное управление определяют максимальную **скорость** движения картона, на которой возможна резка.

Обычно не обязательно обрезать и удалять отходы на реальной скорости. Но одиночная обрезка полотна для обыкновенного изменения заказа в сухой части обычно происходит при весьма высокой скорости, машинная скорость 250 или 300 м/мин или даже выше. В некоторых сухих частях может потребоваться обрезать несколько листов при рабочей скорости, чтобы предоставить время для перехода к новому заказу.

Простая резка в целом более доступна, чем резка несколькими ножами. Так как полотно находится под натяжением от нескольких систем, работающих со скоростью, превышающей рабочую, совершенная установка ножа и настройка не являются столь необходимыми, так как картон будет разрезан в любом случае. Последующие резки в установке с большим количеством ножей будут держаться (так как больше нет никакого натяжения в бумаге) до тех пор, пока нож и подложка хорошо откорректированы по ширине и находятся в хорошем состоянии, или, иначе, бракованные листы захватываются и перемещаются валами, вращающимися с большей, чем рабочая, скоростью.

Прикладывание отрывной ленты

На верхний слой картона (внутренняя часть конечной коробки) может быть приложена самоклеящаяся лента между дисковым ножом и продольно-резательной машиной. Обычно она приблизительно 4 мм шириной и может использоваться, чтобы обеспечить относительно простой доступ или осмотр ящика. Рилевочный и печатающий слоты обычно добавляются к коробке на последующей ступени для облегчения операции открытия.

Время от времени перфорирующие резцы добавляются к валу дисковых ножей продольно-резательного станка в соответствии с примененными лентами для открывания ящика. Иногда прикладыватель ленты может быть расположен между клеенаносящей машиной и секцией нагрева, особенно, когда укрепляющая лента также требуется внутри картона, например, для переносных пакетов для пива.

Прикладыватели отрывной ленты **доступны от** специальных поставщиков в различных исполнениях, от простых, устанавливаемых вручную, до полностью автоматических моделей, связанных с автоматической системой смены заказа. Выбор, очевидно, зависит от вероятной частоты использования и капитальных затрат.

Продольно-резательная машина (слоттер)

Это устройство обрезает и часто наносит линии рилевки на картон (не всегда для высечки) в машинном направлении. Оно должно обеспечить быстрый переход от одного формата к другому и обычно оснащается установленными головками для рилевки шести или более картонов шириной 2,5 м каждый, по крайней мере, с двумя линиями рилевки. Устройство должно иметь возможность обеспечить поперечное смещение всех головок в их рабочих позициях. Это должно позволить следование или за кромкой полотна, или за предварительно отпечатанной линией, если по картону идут поперечные волны или колебания из стороны в сторону. Система обнаружения

напечатанной линии, одной или обеих кромок обычно устанавливается перед слоттером и постоянно подает информацию к ее системе поперечного управления. Усадка бумаги по ширине дает суммарную ошибку резки, если сопровождается только одна кромка. Ошибка уменьшается, если прослеживаются две кромки.

Следует отметить следующие важные области:

- качество, точность и выбор рилевочных профилей и конфигураций;
- качество и точность резки;
- надежность захвата кромок;
- скорость установки и смены заказа;
- доступ для техобслуживания, чистота зазора;
 - отсутствие отклонения картона от горизонтального направления по ходу прохождения через машину.

Рилевание

При рилевании возникает значительное давление на картах, таким образом, важно, что есть прочная опора для предотвращения повреждения рилевочных валов. Если это случится, линии рилевки в центре машины будут меньше, чем у наружных листов, т.е., точная регулировка всех листов будет невозможна. В идеале, жесткая и прочная рама машины, а не валы, должна поглощать усилия давления.

Точность позиционирования рилевочных ножей должна быть в пределах 0,5 мм. Это может казаться завышенным требованием, но системы автоматической сборки, извлечение коробок и упаковки на заводах потребителя могут требовать такой степени точности для недопущения застревания ящика на линии. Этот уровень точности должен быть постоянным и достоверным, таким образом средства настройки должны быть сутью инженерно-технических работ, которые **не будут растягиваться** заметно дольше возможных коротких промежутков времени. Головки должны также держаться твердо в заданном положении во время работы.

Если производимые виды картона изменяются в широких пределах или впоследствии ожидается покрытие после последующей печати, может возникнуть потребность, по крайней мере, в двух типах профиля рилевки и средстве для быстрого перехода от одного до другого при смене заказа. Это часто – важное требование для машины.

Несколько поставщиков попробовали вертикальный двухсторонний слоттер в первых автоматических машинах, в котором работающая станция расположена сверху, а не является продолжением станции ожидания. Это приводит к возрастающим проблемам контроля полотна на высоких рабочих скоростях. Сегодня универсально принимается горизонтальная конфигурация **линии картона**.

Привлекательность вертикального размещения в том, что оно сохраняет производственную площадь и способствует модернизации сухой части в существующих линиях с ограниченным пространством.

Профили рилевки

Ниже приведены регулярно используемые рилевочные профили и обозначены основные области их применения (рис.12.1).

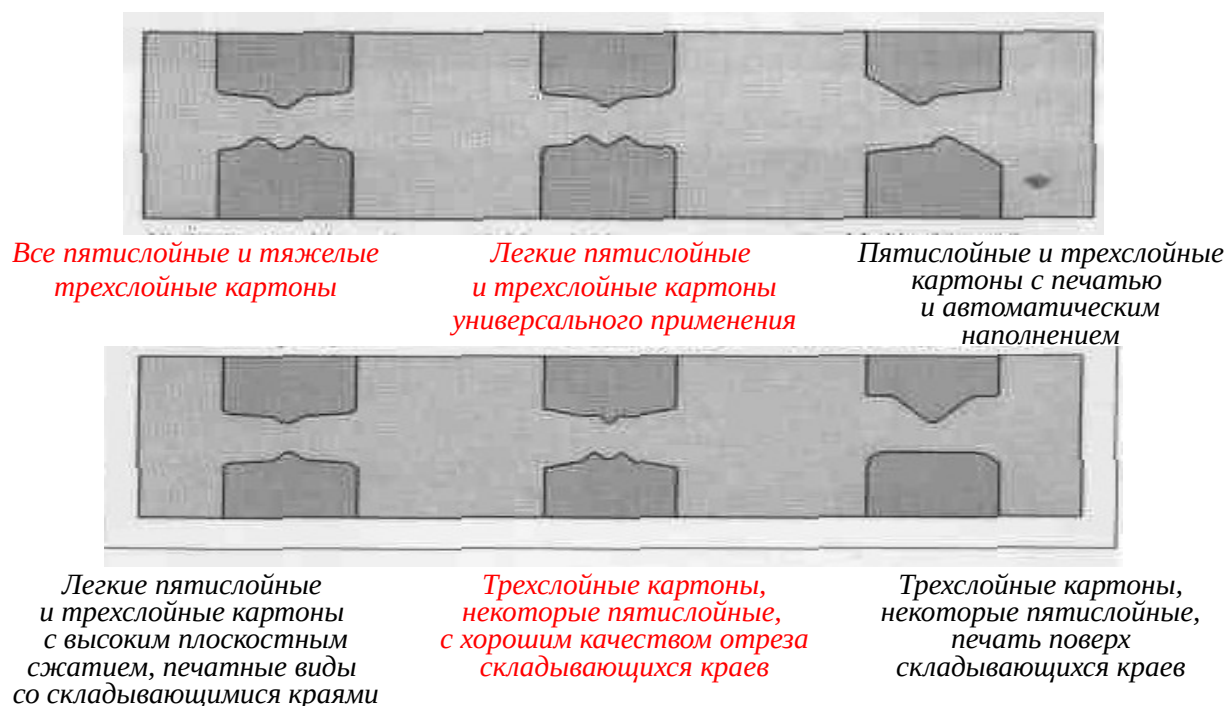


Рис.12.1. Рилевочные профили и основные области их применения

Рилевочные линии проходят через гофры. Рилевание с тремя точками

является, вероятно, самой популярной, но оно разрушает гофры на маленьком участке с каждой стороны. Это не вызывает затруднений во многих устойчивых сортах бумаги или трехслойных картонов, поскольку картон складывается, когда коробка позже закрывается. Но для легких сортов можно **снизить** сопротивление сжатию коробки. Повторимся, это не имеет большого значения, если содержимое – консервные банки или бутылки, например, которые сами по себе обладают сопротивлением к сжатию в вертикальном направлении, или если содержимое очень легкое, например, сухие завтраки из картофеля или кукурузные хлопья.

Сложенная тара **используется** некоторыми упаковщиками с автоматическими упаковочными линиями, позволяющими полностью открывать дверцы коробки для ее заполнения, а затем закрывать коробку. Они популярны особенно для содержимого кубической или формы параллелепипеда, например, масло и сыр, которые плотно укладываются в коробку. Открытые дверцы действуют в начале загрузки. Следует учесть, что сложенная тара должна быть поочередно то левой, то правой, и вносить корректировку при программировании работы, поскольку могут возникать неисправности и образовываться брак, в то время как для остальных профилей рилевки его нет. Сложенная тара также чувствительна как к вертикальным, так и к боковым позиционным допускам – если они уменьшаются в любом направлении, зазор в другом направлении также сжимается. Это делает их профили высокочувствительными к любому эксцентриситету вала или головок. Кроме того, их конструкция генерирует элементы поперечной силы, которые могут перейти в осевое давление на опорах, хотя в теории они должны сами по себе уравниваться.

Двухточечные профили дают очень чистую линию и определенный изгиб, позволяя печатать до складывающихся краев коробки. В действительности они не подходят для тяжелых пятислойных картонов, поскольку не оставляют чистого следа для массы картона, таким образом сгиб может терять свою четкость.

Эффективным способом принятия выбора двухточечного или трехточечного профиля должно быть средство смещения одного рилевого вала в поперечном направлении на несколько миллиметров. Дальнейшее смещение предоставит выбор изгиба тары. В обоих случаях, «третья точка», хотя они активно не **используется**, идентификационную видимую линию около линии рилевки.

V - образный профиль популярен, когда необходима последующая печать, покрывающая изгибы. Должным образом обработанный, он может обеспечить эффективную дешевую альтернативу предварительной печати.

Картонные без рилевки, предназначенные для высечки, всегда будут менее устойчивыми к деформации, чем картонные с рилевкой, предназначенные для стандартных складных или склеенных видов продукции.

Обычно поверхности рилевоочных агрегатов вращаются с немного **большой** линейной скоростью, чтобы гарантировать растяжение и отсутствие волн в картоне между нагревательной секцией и слоттером. Это может вызвать износ профиля головки, таким образом стоит рассматривать покрытие из **карбида вольфрама**.

Рилевоочные головки

Отметим следующие особенности при выборе оборудования:

во-первых, уже отмечено, что усилия давления, возникающие при рилевании, должны быть хорошо поддержаны, независимо от вала, на котором устанавливаются головки, чтобы гарантировать точный и четкий сгиб по всей ширине. В идеале оба вала, верхний и нижний – должны быть приводными;

во-вторых, если используется только один участок рилевания, всегда будет ограничения конечного минимального интервала между линиями рилевки, обычно в пределах 75 мм. Поэтому у большинства машин есть,

по крайней мере, два участка рилевания;

в-третьих, если вы нуждаетесь больше чем в одном профиле рилевки, чтобы увеличить ассортимент выпускаемой продукции, вы должны искать быстродействующее встроенное средство переключения, которое не требует вмешательства инженеров или оператора. На нижеприведенном примере иллюстрируется переход с одного заказа на другой без снижения скорости машины (рис.12.2).

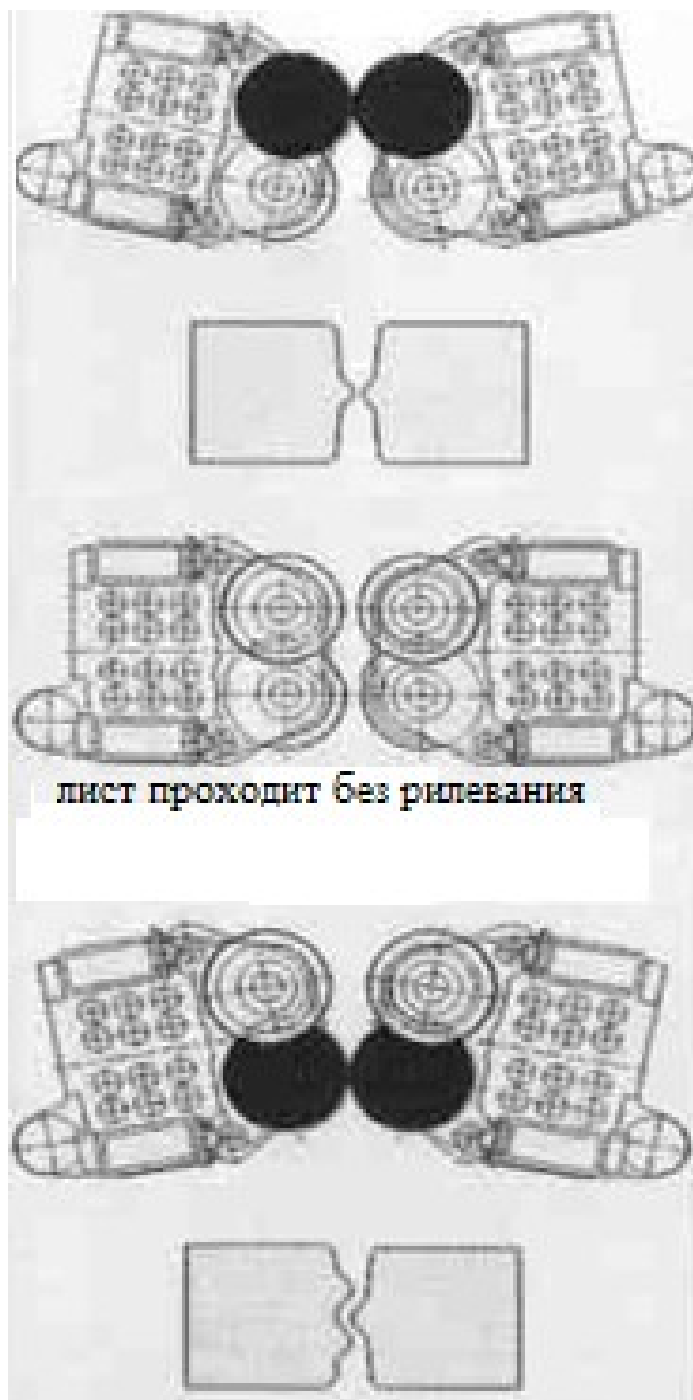
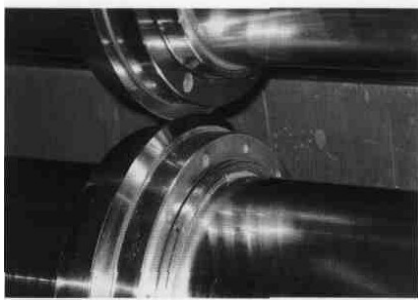


Рис.12.2. Быстрое изменение профиля рилевки при помощи качающихся головок

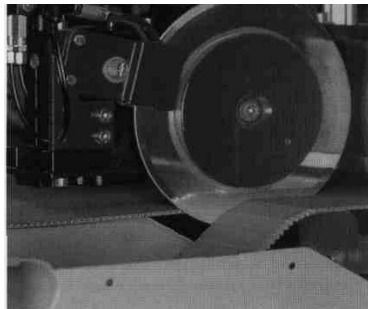
Продольная резка

Традиционно используются два типа ножей.

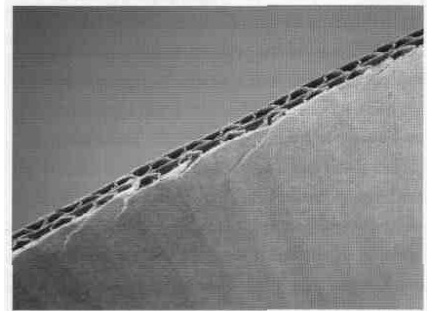
Первый использует два тонко заточенных дисковых ножа, контактирующих с небольшим нахлестом с прижимом сбоку. Ножи вращаются со скоростью на 5 % большей рабочей. Они должны быть спроектированы самозатачивающимися при износе кромок.



12.3. Резка с двумя лезвиями



12.4. Высокоскоростное
единственное лезвие



12.5. Эффект «гусиных
лапок»

Второй – высокоскоростной, одинарный, очень тонкий дисковый нож из прочной стали, который чисто режет картон, пока сохраняется острым и смазанным и пока с другой стороны картона есть поддерживающая опора или контрнож. Различают два типа резания – резка с двумя лезвиями и с одним лезвием, так как у различных поставщиков есть различные условия для резки с одним лезвием, например, набор лезвий, дисковый нож, чистая резка и т.д. Они обычно работают со скоростью лезвия, составляющей 200 - 300 % **скорости** картона.

Оба типа стандартны для трехслойного картона, но двойные лезвия (рис.12.3) вызывают небольшое разрушение кромок картона, тогда как единственное лезвие (рис.12.4) – нет, так как оно проходит сквозь картон и поэтому оставляет чистый разрез и упрощает функцию подачи в перерабатывающих машинах. Когда дело доходит до тяжелых или пятислойных картонов, единственное лезвие намного совершеннее, так как двойные лезвия более толстые, и, когда они более глубоко зацеплены, пытаются раздвинуть внешние слои, и поскольку они разделяют картон, вызывают повторяющиеся разрывы на краях – хорошо известный эффект «гусиных лапок» (рис.12.5).

Двойные лезвия имеют тенденцию создавать узкие полосы картона в линии отреза и пыль, которые забивают печатающие стереотипы. Единственное лезвие не генерирует полосы и пыль, если хорошо заострено и смазано.

В современной высокоскоростной машине единственное лезвие имеет преимущество более быстрой смены заказа и уменьшения количества отходов при смене заказа в большинстве случаев потому, что оно может погрузиться в проходящий картон, тогда как двойные лезвия требуют зазора для установки и предварительного нагружения друг против друга прежде, чем новый поток картона будет представлен. Устройства для рилевания могут быть так или иначе установлены погружением, таким образом, непрерывный поток картона или смена формата без обреза теперь возможны, т.е. нет необходимости в поперечной резке перед слоттером.

Это улучшает некоторые ненадежные факторы смены формата, которые будут описаны позже.

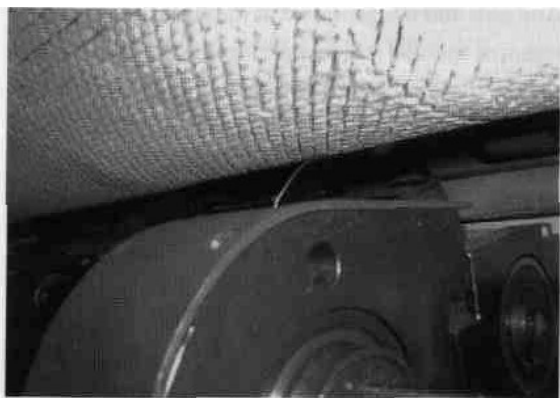


Рис.12.6. Единственное лезвие, режущее
вверх напротив щеточного вала

Дизайн базовой машины более прост для единственного лезвия, поскольку нет никаких совмещенных верхних и нижних вращающихся частей и никакой необходимости в предварительной установке одного против другого. Однако единственный

нож должен вращаться с более высокой скоростью без помощи вала привода, и каждый нож сам по себе требует присоединенных механизмов для периодической заточки и смазки.

В дальнейшем необходимо найти приспособления для быстрой замены лезвия ножа в случае разрушения (в течение пяти минут было бы хорошим показателем) и возможности работы новых и старых лезвий на одном и том же участке. Последнее требует приспособления для индивидуальной глубины погружения ножа в каждой головке. Также полезно иметь

электронную запись срока службы отдельного ножа, частоты смазки и заточки для каждого сорта картона. Единственное замечание для одного лезвия – тенденция краев лайнера выступать после лезвия. Это более заметно на малых гофрах. По этой причине при верхней резке предпочтительнее тенденция, чтобы любой выступ произошел на внутреннем лайнере. Однако, этот эффект может также быть ограничен использованием соответствующей опоры, например, пластины с тесным зазором, или щеточного вала (рис.12.6).

Обрезка кромки

При обычной, с промежутками, смене формата любой из вышеописанных стандартных инструментов для резки используется для обрезки кромок. Однако для непрерывной смены формата есть отдельный участок для обрезания кромок, по крайней мере, во время смены формата. Методы резки, главным образом, сводятся к двум подходам. Первый – водоструйные отсекки, которые вводятся в работу только на период смены формата. Второй – использование стандартного единственного ножа, режущего как выше описано, но с возможностью свободного сочленения головок, поскольку они перемещаются через картон от одной установленной ширины до следующей.

В каждом случае они должны быть запрограммированы так, чтобы изменяющаяся линия отреза не прерывалась в точке изменения ширины бумаги, а также, чтобы прервать поток обрезки. Это должно повысить надежность захвата обрезки желобами во время изменения ширины. Эти желоба должны быть механизированы, и предопределение их позиций должно быть частью установки формата.

Существуют различные возможные конфигурации слоттера и варианты метода установки, в зависимости от требуемого ассортимента выпускаемой продукции. Метод установки – это или прямой двигатель каждой головки, или роботизированный, при котором каждая головка оснащается отдельным механизмом, затем ставится на место. Роботизированная установка менее дорога, но может быть медленнее.

Наиболее компактен «*рилевка-рилевка-резка*» вариант с очень быстрым прямым двигателем, который может включиться в работу в среднем меньше чем за 0,5 с, позволяя сменить форматы при скорости до 200 м/мин с изменением формата промежуточного типа. Он должен выпускать до восьми полос на машине шириной 2,5 м.

Следующая – компактная каскадная конфигурация, размещение которой «*рилевка-рилевка-резка-резка*». Это обычно позволяет сменить шесть различных форматов при скорости 250 м/мин, потому что один участок рилевания и один участок резки устанавливаются, в то время как остальные работают, и замена может быть мгновенной. Если требуются больше чем шесть форматов, или интервалы от одной рилевки до другой меньше, чем минимум, достижимый на одном участке, модуль не может функционировать как два участка, так как должны быть использованы оба рилевочных вала, таким образом, это препятствует мгновенной смене формата и поэтому требует смену формата промежуточного типа.

Поэтому, если узкие линии рилевки или больше чем шесть форматов – общая черта продукции специфического предприятия, выбор – или использовать эту конфигурацию с высокоскоростным устройством безредукторного привода (и согласиться на смену формата при 250 м/мин при выполнении этих условий), или купить следующую еще более высокую конфигурацию.

Следующий шаг – полный каскад с двумя из первых (*рилевка-рилевка-резка*) упомянутых выше модулей. Это дает полную гибкость и также обеспечивает широкий выбор профилей рилевки плюс выбор или прямого привода или роботизированного устройства. Время для роботизированного устройства варьируется приблизительно между 7 и 30 с в зависимости от производителя, в то время как диапазон для механического прямого устройства может быть от 0,4 до 10 с. Время установки также не ограничивает полную каскадную конфигурацию, если постоянно

не вырабатываются вплотную друг с другом чрезвычайно короткие форматы.

Если вырабатывается много продукции без рилевки (например, штампованная резка) и используется резка с двумя лезвиями, благоразумно иметь участок натяжного вала с покрытым мягкой резиной верхним валом, и нижним стальным приводным валом. Цель этого в том, чтобы поддерживать натяжение продольной резки. Обычно это необходимо при рилевании, так как слегка превышающая скорость участка рилевания имеет тенденцию продавливать картон через участок резки.

Чистка полотна

Любая пыль, образовавшаяся в слоттере, может быть удалена устройством для чистки полотна по всей ширине машины, установленным сразу после слоттера. Их производят некоторые специализированные поставщики. Устройства обычно включают воздушные шаберы на входе и выходе для подъема пыли от поверхности листа, на которую действуют силы статического электричества, а затем сильное всасывание в центральной части. При смене формата чистый картон автоматически поднимают во избежание застревания (рис.12.7).

Эта система встроена при контроле смены формата.

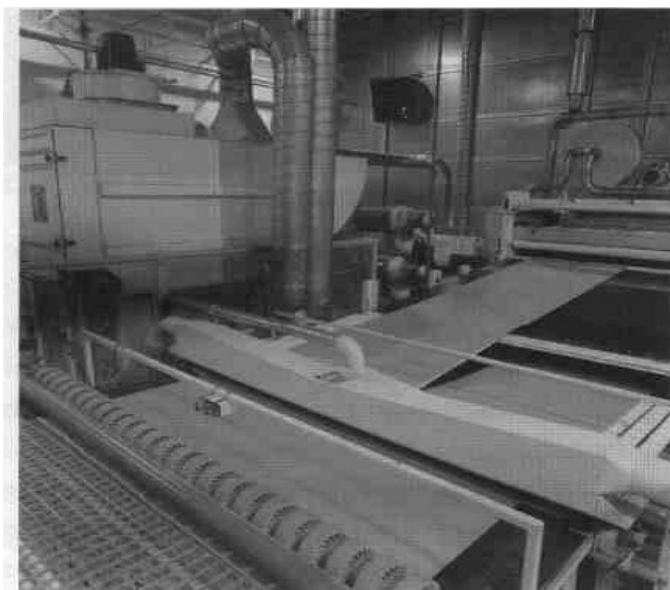


Рис.12.7. Чистка полотна после продольно-резательной рилевоочной машины

Отклоняющий полотно щиток

На любой машине с больше чем одним участком резки, два или более форматов могут вырабатываться одновременно. Таким образом, картон должен быть направлен на участок резки, запрограммированный на определенную длину резки для соответствия ее ширине. Это делают корректирующие планки, которые установлены при смене формата для подъема, **опускания** или оставления на месте (рис.12.8).



Рис.12.8. Работа корректирующих планок

Это место, где картон отклоняется от горизонтального направления. Лучше всего не изменять направление по вертикали более чем на 4° в верхнем направлении и 2° в нижнем направлении, 4° – это предельная величина для пятислойного картона, для трехслойного допустим угол 5° в верхнем направлении. Ограничение в нижнем направлении, более строгое, чем в верхнем, связано с возможностью повреждения краев нижнего слоя. Следует установить мягкий прижим отклоненного вверх картона, чтобы избежать колебаний, влияющих на длину листов. При этом планки не должны быть шире 10 см.

На скоростных агрегатах отводные клапаны должны быстро перестраиваться. Поэтому клапаны, которые отклоняют картон и отводят его на столы для разных уровней резки, должны быть достаточно короткими.

Резка

Этот агрегат разрезает в поперечном направлении непрерывно движущееся, разрезанное вдоль полотно на листы определенной длины и должен подавать их под прямым углом на накопитель для образования аккуратных стоп. Точность разрезания должна быть хотя бы в пределах ± 1 мм на протяжении всего времени при изменении скорости машины и при смене формата. Картон втягивается в каждый ножевой блок тянущими валиками или направляющими валиками, которые должны быть «самоустанавливающимися», не требующими участия оператора для установки

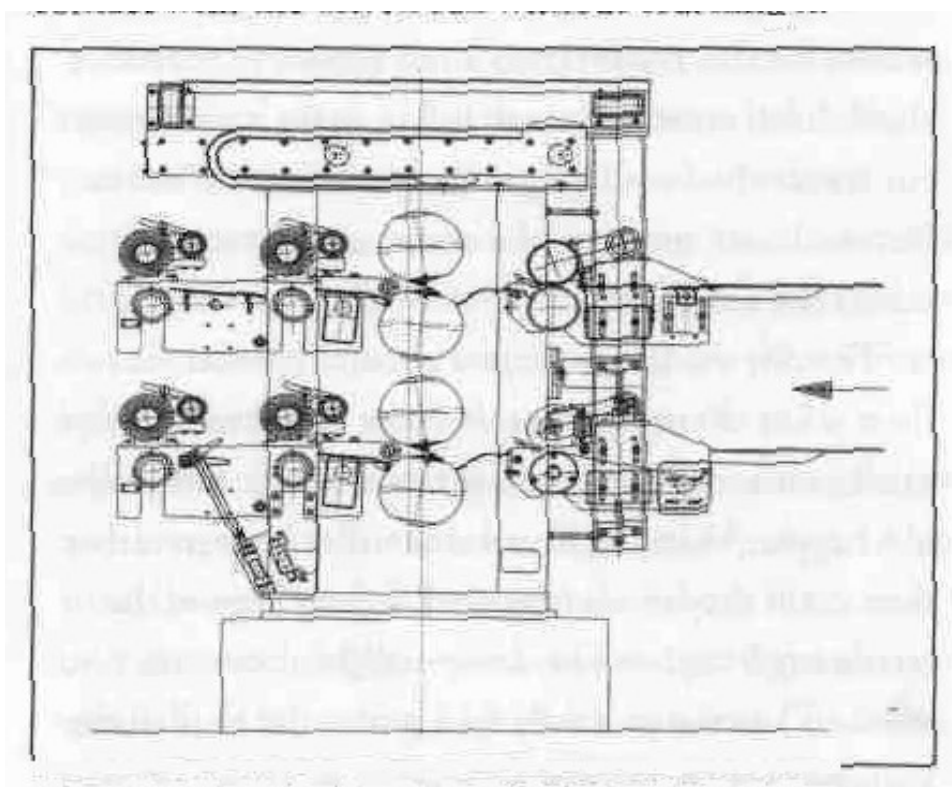


Рис.12.9. Часть загрузочных валиков, ножевых барабанов и узла выхода зазора для различной толщины картона. Они обычно имеют стальной нижний валик с приводом от двигателя, при этом окружная скорость несколько выше скорости движения картона для поддержания полотна в натянутом состоянии. Верхний валик обычно имеет довольно мягкое и упругое покрытие, например, из синтетического каучука, для удержания картона в контакте с приводным валиком без его раздавливания.

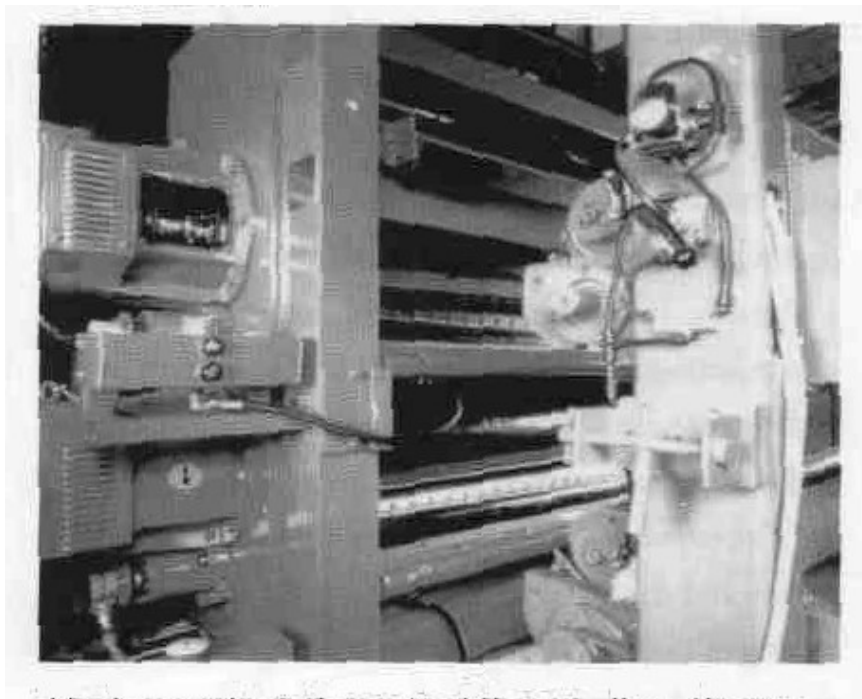


Рис. 12.10. Загрузочные валики отведены назад для обеспечения доступа персонала, а также действенный прямой привод двигателей к ножевым барабанам, двигатели с фланцевым креплением на раме по оси с барабанами

Основными рабочими органами резки являются два вала, несущие сопряженные ножи. Они общеизвестны как ножевые барабаны или ножедержатели. Конструкция машины должна обеспечивать свободный доступ персонала к ножам для их установки, правки или удаления заклиниваний без каких-либо помех или задержек. Задача, стоящая перед ножами, достаточно сложная и проблемная, если ее проанализировать (рис.12.9 и 12.10).

Во-первых, ножи должны поддерживать давление друг на друга на протяжении всей резки, чтобы обеспечить аккуратный разрез и чтобы разрезаемый ими картон не защемлялся между ними и не размыкал их. Этого можно добиться, если расположить включающие шестерни в соотношении 1:1 между ними на концах каждого ножевого барабана. Эти шестерни затем закручиваются для придания скручивающего или вращательного усилия обоим ножедержателям в направлении, в котором ножи сталкиваются и которое противодействует их разделению под действием силы резания. Мы проделываем то же самое с ножницами, применяя силу своих пальцев.

Во-вторых, ножи устанавливаются не перпендикулярно продольной оси барабанов, а под углом. Причина этого – стремление избежать огромной многократной ударной нагрузки, шума и износа и произвести поступательный разрез в поперечном направлении картона – опять так же, как мы делаем, пользуясь ножницами. Тем не менее, картон должен быть разрезан точно перпендикулярно машинному направлению.

В-третьих, ножи выполняют движение по окружности, но точка их зацепления с картоном должна двигаться линейно на существующей скорости картона. В противном случае, картон будет скорее разорван, чем разрезан, если ножи двигаются быстрее, или передняя кромка приближающегося картона будет деформирована (согнута или зацеплена) по мере того, как тянущие валки будут подавать ее на заднюю грань ножа быстрее, чем ножи двигаются.

В-четвертых, чтобы приспособиться к широкому диапазону длин листов, ножи должны либо двигаться с ускорением, когда они не находятся в состоянии резания, для коротких листов, либо уменьшать скорость или даже останавливаться на короткое время по части окружности, когда не происходит разрезания, перед новым ускорением для следующего разреза длинных листов.

Ясно, что выполнение этих четырех требований плюс соблюдение необходимой точности длины листа и прямоугольности разреза требует значительного управления работой механического и электронного оборудования.

Руководство пользователя, предоставляемое поставщиком, послужит ориентиром относительно способов и скорости вращения шестерен, а также установки ножей. Последнее в значительной степени будет зависеть от метода монтажа ножей на барабаны, а также от того, были ли ножи настроены на разрезание или холостой ход. Осуществление третьего и четвертого требований включено в электронное управление, тем не менее, имеется ряд возможностей для настройки специалистами. Но очень важно

поддерживать в надлежащем состоянии монтажную площадку, основу, подшипники, **чистоту поверхности и** муфта, а также измерительных приборов, которые собирают и передают информацию о длине картона и линейной скорости машины на резку, так как машина сама по себе не может быть более точной, чем та информация, которую она получает. Длина листа определяется точным измерением картона, подаваемого в нож. Мерный ролик с генератором импульсов располагается на картоне между ротационными ножами и рилеочно-резательной машиной, при этом обычно стальная опорная плита находится под картоном для противодействия износу. Безусловно, поверхность ролика должна содержаться в чистоте для обеспечения передачи точного сигнала на нож. Во время смены формата с перерывом сигнал автоматически переключается с этого ролика на энкодеры на подающем валике на резке, который несколько менее точен (рис.12.11).

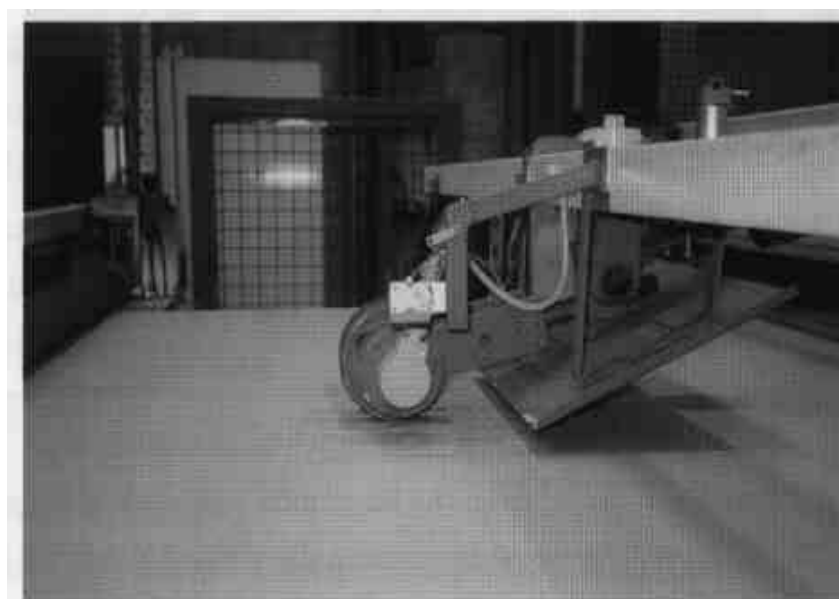


Рис.12.11. Мерный ролик

Резка по отметке, работа с лайнерами с предварительно нанесенной печатью

Для того, чтобы работать с лайнерами с предварительно нанесенной печатью, необходимо иметь средство для информирования о месте, где следует произвести разрезание. Отходы с предварительной печатью дорогие, поэтому важно быстро определить место этой точки разрезания с тем, чтобы запомнить ее, как только она будет определена.

Длина картона, по-прежнему, вводится в систему управления, затем приводится в действие специальное оптическое оборудование для проведения точной настройки, необходимой для того, чтобы зафиксировать разрезание с печатью на каждом листе.

Оптическому датчику **передается образец** для распознавания, **он** настраивается в поперечном направлении машины до того места, **где возникает образец**, затем датчик должен распознать **его**, привести **его** в рамки или «окно», в пределах которого **он** может быть точно подхвачен, и на резку передается команда на распознавание точной точки разрезания. Образец обычно представляет собой две или три темные полосы со светлыми пробелами между ними, все определенной ширины, которая должна быть введена как часть регулировки.

Важно убедиться, что они не дублируются в печатном образце, хотя соответствующая часть отпечатка может быть использована в качестве отметки. Конкретные технологии отличаются от поставщика к поставщику, но вышеописанная информация дает представление о принципиальной идее.

Так как и ширина, и скорости гофроагрегатов увеличились, одновременно была повышена производительность приводного двигателя, но инерционные параметры ножедержателей остаются ограничивающим фактором в повышении скорости резки по отношению к длине листа. Для работы в течение длительного периода времени с крайними перепадами ассортиментного ряда, что подразумевает значительные перепады энергии на ускорение и замедление, необходимо рассеивание обращаемой в двигателях теплоты. Различные поставщики занимались поисками путей для уменьшения силы инерции вращающегося ножевого барабана без уменьшения несущей способности балки для сопротивления провисанию под действием режущих сил.

Появились два основных метода:

1) расположить ножи на цилиндрической стальной «гильзе», которая вращается на встроенных подшипниках вокруг неподвижного вала, который оказывает сопротивление провисанию;

2) изготовить держатели из углепластика (CFRP), который, несмотря на свою высокую стоимость, сочетает в себе легкость с высокой прочностью. Держатели могут быть различной толщины (и соответственно прочности) в зависимости от максимальной массы картона, предполагаемого к резке (рис. 12.12).

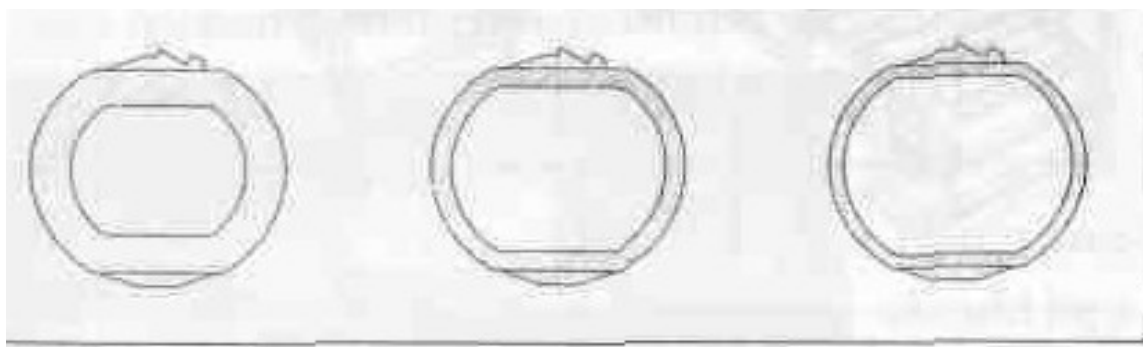


Рис.12.12. Различные профили ножедержателей из углепластика для соответствия различным нагрузкам

Следом за ножами идет выходная часть резки. На более старых агрегатах она состоит из либо сдвоенных лент, либо ленты, работающей под вакуумом, для поддержания регулирования полотна, выходящего из-под ножей в течение цикла резки. Они большей частью, если не полностью, уступают выходным роликам с поверхностью, имеющей большой коэффициент трения, мягким захватом (во избежание раздавливания картона) и точной регулировкой скорости, благодаря которой они работают со скоростью агрегата до тех пор, пока вращающий момент двигателя не обнаружит, что полотно разрезано, затем они сразу же направляют картон на укладчик.

На этом участке картон испытывает влияние двух факторов. Первым являются ножи, которые должны немедленно начать работать с ускорением после разрезания для коротких листов. Эти ножи располагаются под углом, как уже отмечалось, поэтому если они ударяют по задней кромке последних разрезанных листов, они выталкивают их с перекосом, и имеется вероятность,

что они проталкивают их в предыдущие листы, вызывая действительно беспорядочный поток картона на транспортере к укладчику.

Поэтому необходимо, чтобы разгрузочное устройство осуществляло мягкий, но постоянный контроль над разрезанными форматами, четко снимало их после резки и аккуратно укладывало на транспортер, который медленно движется и образует каскадный поток листов.

Так как длина листа может колебаться в широком диапазоне от 500 мм до нескольких метров, и транспортер находится ниже уровня выгрузки, требуется вспомогательное устройство для укладывания листов точно на одной линии. Это средство может варьироваться от ряда щеток или мягких валиков, которые могут подниматься или опускаться для соответствия длине листа, до вакуумных ящиков под транспортерной лентой. Независимо от того, какой метод применяется, необходимо, чтобы он был регулируемым настолько, чтобы не терялся контроль за короткими листами, а у длинных не были бы нарушены задние кромки. Кроме того, так как длинные листы будут, несомненно, подаваться из разгрузочного устройства на значительно более высокой скорости, чем предыдущий лист, по которому скользят их передние кромки, следует соблюдать осторожность, чтобы нижний лист не был сдвинут. Здесь может помочь достаточно высокая сила поверхностного трения на транспортерной ленте.

Решающим фактором резки может быть секция для отбракованных листов. Это могут быть листы при смене формата при однократной резке, или обрезки в начале производства формата, или обрезки нижней кромки в двусторонней или трехсторонней резательной машине. Это устройство почти такое же, что и узел удаления отходов после ротационных ножей, но оно никогда не должно обрабатывать отходы больших размеров (так как они все же должны быть удалены на ротационных ножах после гофроагрегата для изготовления трёхслойного гофрированного картона), так что ему достается значительно меньший объем отходов, и он должен часто подвергаться чистке (рис.12.13).

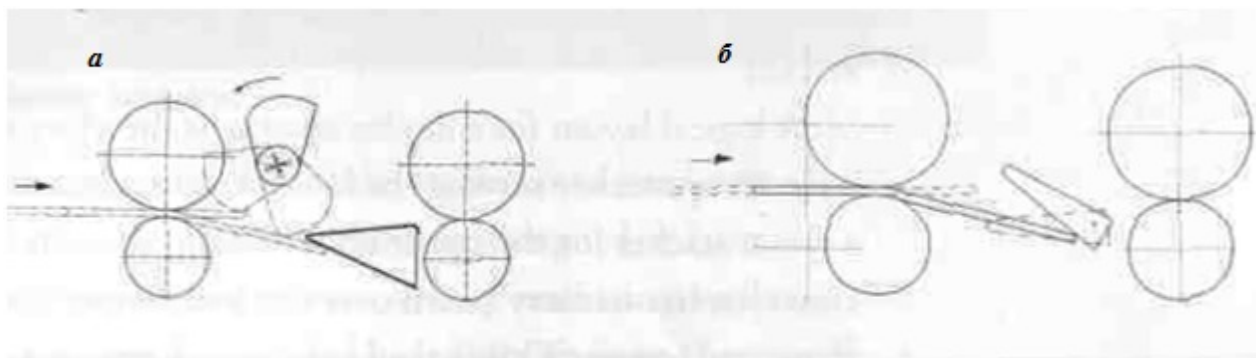


Рис.12.13. Секция для отходов после резки: а - положительное отклонение кулачка для прочного многослойного гофрированного картона и семислойного картона; б - отклонение клапана обычного однослойного и двухслойного картона

Укладчик

Функция укладчика – создание аккуратных стоп или блоков листов высотой до 1,8 или 2,0 м, удобных для укладки на поддоны или транспортировки на механизированном подъёмно-транспортном оборудовании через цех для переработки.

Имеются в основном две системы пакетирования – укладка с нижней и верхней загрузкой. На основании этого могут быть смешанные операции.

Стеккер с верхней загрузкой образует стопу на неподвижных, установленных на полу транспортерах. Выходной транспортер, подающий стопу, поднимается так, что листы всегда загружаются сверху формирующейся стопы. Когда стопа достигнет выбранной высоты, поток с транспортера прерывается, напольные транспортеры выносят стопу сбоку агрегата, затем выходная часть конвейера укладчика опускается, чтобы оказаться как раз над уровнем напольного транспортера, разгружает накопленные листы и поднимается после того, как восстановит нормальный поток. Стеккер с нижней загрузкой также подает листы сверху формирующегося пакета, но листы выходят из неподвижного транспортера на подъемно-опускной стол транспортера. После того, как образуется полная стопа, подача листов прерывается, стол опускается до уровня пола, разгружает стопу, затем снова поднимается до верхнего положения, как раз под выходом транспортера. Транспортер затем возобновляет разгрузку, и стол опускается с соответствующей скоростью.

Вполне очевидно, что время цикла смены стопы значительно меньше для стеккера с верхней загрузкой, чем с нижней. В случае небольших, невысоких стоп временной интервал даже больше. Кроме того, поток листов должен быть поднят почти на два метра над уровнем пола между резкой и камерой стеккера с нижней загрузкой. Благодаря естественному ограничению по углу подъема, это означает, что камера стеккера с нижней загрузкой должна быть отодвинута от резки. Эта дополнительная длина транспортера также полезна для обеспечения большего буферного накопителя для размещения накопленных листов на период цикла смены стопы из длинных листов на стеккере с нижней загрузкой.

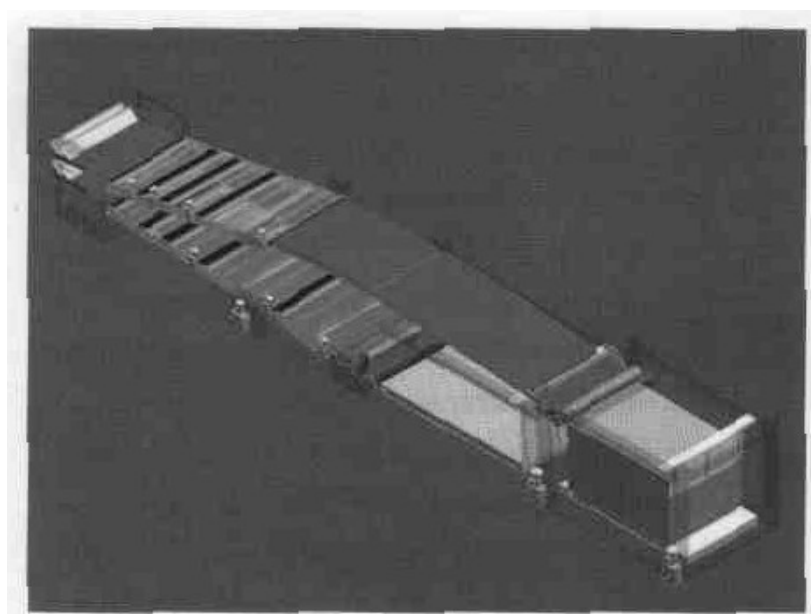


Рис.12.14. Традиционный сдвоенный стеккер, представляющий стеккер с верхней загрузкой на нижнем уровне (пустой), стеккер с нижней загрузкой на верхнем уровне с пакетом в камере

Логичной организацией сдвоенного укладчика будет, поэтому, такая, при которой стеккер с верхней загрузкой будет обслуживать нижнюю ножевую секцию, а стеккер с нижней загрузкой – верхнюю, так как его транспортер должен переносить листы через первый стеккер и, так или иначе, он длиннее. Это компоновка, которая предполагает меньше всего ограничений по линейной скорости и может быть установлена при наименьшей длине агрегата (рис.12.14).

В случае строенного ножа и стеккера, стеккер с нижней загрузкой является естественным выбором для третьей секции.

Имеются вариации этих основных типов стеккеров для специальных требований, таких как для последовательных очень коротких форматов, которые не могут выдерживать время смены стопы, или для коротких или узких листов, которым может потребоваться комплектование в блоки для устойчивости и лучшего использования места в рабочей зоне с установленным транспортером.

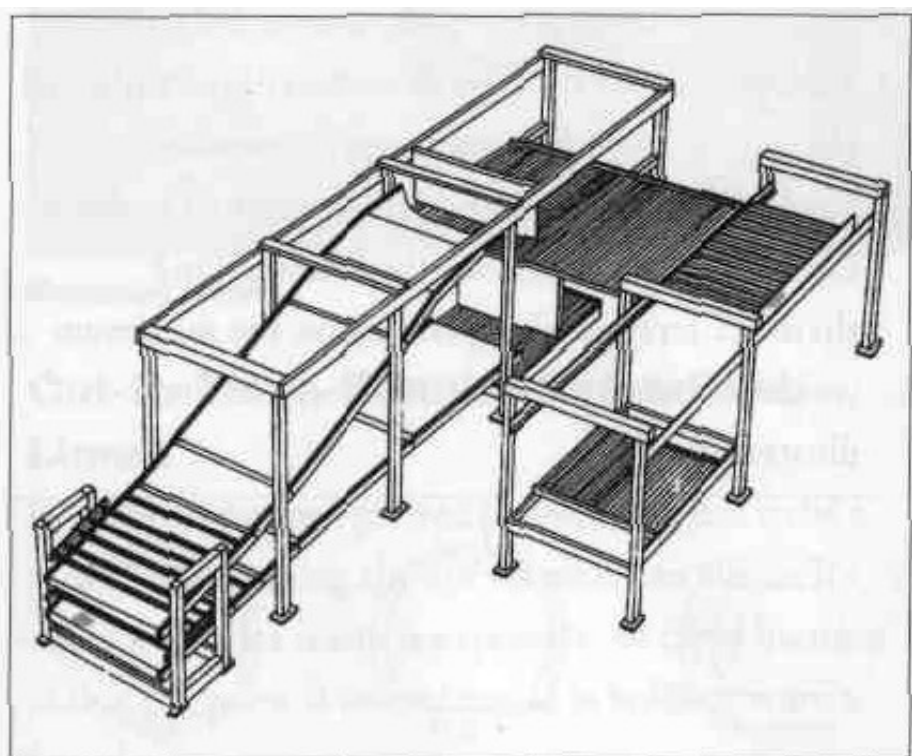


Рис.12.15. Укладчик с боковой камерой имеет мини стеккер с верхней загрузкой, формирующий стопы и компоновку их с боковой стороны в ряды в секции с нижней загрузкой. Эта конструкция идеальна для формирования полно-блочных стоп небольших листов для увеличения устойчивости и лучшего использования пространства транспортирующей системы на переработку

Последовательные короткие форматы могут транспортироваться за счет одной или более дополнительных камер и транспортера, обеспечивающего быстрое переключение подачи листов с одной камеры в другую и обратно всякий раз, когда время смены стопы превышает время изготовления формата.

Комплектование блоков может быть выполнено либо благодаря соответствующей конструкции укладчика, либо далее по потоку как часть

транспортной системы. Если это происходит на укладчике, вкладывание связующих листов для дополнительной устойчивости представляет собой несложную операцию, но следует учитывать, что эти листы могут оказать неблагоприятное **воздействие** на предварительном питателе. Для этого случая укладчик может иметь «мини-стеккер с нижней загрузкой», который производит небольшие стопы высотой до 400 мм на рольганге. Он затем переносит их для комплектации бок-о-бок и/или одну за другой, если они короткие, на второй рольганг, который затем двигается как единое целое для размещения листов на опускающемся рольганге, на котором стопа собирается (рис.12.15).

Часто под выходом с транспортера имеется качающаяся ударная плита, которая проталкивает листы строго под прямым углом вплотную к заднему упору. Ряд поставщиков также предлагают опционные боковые ударные устройства для выравнивания поперек потока. Только те листы, которые находятся достаточно близко к верху стопы и не несут слишком большого веса, могут быть эффективно сдвинуты без опасности повреждения кромок ударными плитами.

Независимо от того, в какой комбинации укладчик установлен, следует отметить важную точку, находящуюся за первой секцией транспортера после резки, где происходит разделение форматов. Здесь требуется устройство для замедления первых листов нового формата и/или ускорения хвостовой части предыдущего формата с нее. Способ, каким это осуществляется, меняется у каждого поставщика, но оно должно происходить, и при этом должны четко разделяться форматы без перекашивания листов или возможности попадания листов одного формата в другой. В идеале, также не должны формироваться и большие стопы листов (рис.12.16).

Транспортерные ленты укладчика должны совершенно обоснованно иметь верхние поверхности с высокой силой трения для противодействия соскальзыванию или перекашиванию листов.



Рис.12.16. Чистое разделение ступенчато движущегося полотна



Рис.12.17. Ограничительный упор укладчика

Должно быть устройство регулирования подачи листов на выходе на стопу, такое как верхний валик, щетка и им подобное. Угол на выходе транспортера укладчика и его высота над уровнем стола или стопы должны быть регулируемы в соответствии с длиной листа. Это делается для того, чтобы избежать попадания воздуха под лист под слишком острым углом (что может создать воздушную подушку, которая позволит ему слететь с ограничительного упора или сдвинуться в сторону) или повреждения задней кромки длинного листа при подходе под слишком крутым углом. Такое регулирование имеет особенно большое значение в стеккере с верхней загрузкой, в противном случае угол подхода листа изменится по мере подъема стопы.

Основным регулировочным элементом на укладчике при смене формата является ограничительный упор. Его положение регулируется в соответствии с длиной листа, и он определяет заднюю кромку стопы. Каждый раз, когда стопа выдвигается из камеры, упор немного отводится назад, затем возвращается в установленное положение (*рис.12.17*).

Так как задачей укладчика является формирование аккуратных стоп, все вышеуказанные элементы оборудования спроектированы **таким** образом или имеют дополнительные приспособления и возможности для поддержания хорошо выровненного и отрегулированного потока листов из выхода резки непосредственно на верх стопы, независимо от прерывания потока для смены стопы или смены формата (рис.12.18).

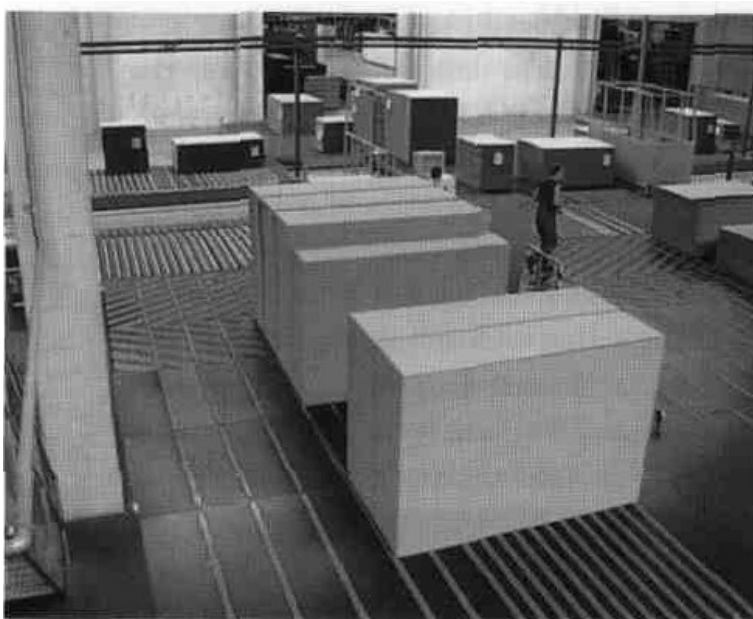


Рис.12.18. Аккуратные пакеты облегчают транспортировку и предварительную подачу

Различные поставщики используют различные средства, но у всех у них принцип один и тот же, и большое значение для поддержания этой функции имеют хорошее техническое обслуживание и уход за оборудованием.

И, наконец, выходной транспортер может быть значительным элементом с точки зрения технических характеристик, особенно для гофров *Е* или более тонких или даже для гофров *В*. Хорошо известный эффект «лист гуляет» или «слоновья нога», когда лист у основания стопы вытягивается назад, вызывается рольгангами, особенно, когда лист имеет коробление вниз. Чем шире шаг роликов, тем хуже результат. По этой причине накладные столы и/или, по крайней мере, выходные конвейеры обычно имеют пластинчатые цепные конвейеры, или конвейеры с непрерывной подачей с пластиковыми звеньями, или даже имеют ролики, покрытые обычной лентой

для того, чтобы избежать появления этой проблемы в этом участке системы (рис.12.19).



Рис.12.19. Конвейер с пластиковой цепью плавно транспортирует пакеты без какой-либо «слоновьей ноги» и безопасен для прохождения оператора

Фальцевание гармошкой

Рынок картона на всю ширину гофроагрегата, сфальцованного в стопу неразрезного картона, вместо разрезанного на отдельные листы, ограничен.

Продукт может быть использован для защиты при перевозке крупногабаритных грузов, таких как крупные бытовые приборы (холодильники) и мебель. Несколько заводов по производству гофротары (может быть, 2 %) имеют оборудование для такого производства. Оно подразумевает наличие рилевого устройства вместо ножа на модифицированной резке, которое сгибает картон поперек потока до требуемой длины стороны. Лист передается через традиционный укладчик, затем ему позволяют упасть почти вертикально на стопоукладчик. Здесь он располагается горизонтально и сгибается по очереди влево и вправо (как фальцованная бумага в виде непрерывной ленты) до тех пор, пока не будет **сложена** стопа необходимой высоты или не достигнут заданного показателя счетчика. Картон затем обрезается поперек, обычно вручную. Конечно, эта операция проводится значительно медленнее, чем передача обычных отрезанных листов, и более трудоемкая.

Смена формата на сушильной части

Смена формата на сушильной части подразумевает участие электронной системы управления, выдающей команды в соответствующей последовательности различным элементам сушильной части, о которых уже упоминалось выше, для инициирования, а затем осуществления смены формата. И опять, каждый поставщик имеет свой собственный подход, но задачей этого раздела является выделение основных элементов в последовательности смены формата и некоторых моментов, о которых следует знать при проведении оценки. Последовательность усовершенствований предлагается вместе с выявлением преимуществ и недостатков.

Имеются две основные категории или условия смены формата на сушильной части:

1) смена на сушильной части, совпадающая со сменой формата на мокрой части, другими словами, смена марки бумаги и/или смена ширины бумаги. В этом случае смена формата на сушильной части должна максимально возможно совпадать по времени со сменой формата на мокрой части, чтобы свести к минимуму количество образуемых отходов;

2) смена формата на сушильной части без каких-либо изменений картона с мокрой части. Такая смена должна происходить полностью автоматически с минимальным, если вообще с каким-либо, изменением скорости, в зависимости от технических характеристик оборудования и системы контроля на сушильной части.

Если все идет по плану, смена формата категории 1 начинается с поступления информации о смене формата на мокрой части на соответствующий элемент сушильной части. Смена формата категории 2 начинается с подсчета метража или количества листов в соответствии с установкой формата планирующей программой. И в том, и в другом случае имеется возможность для переключения вручную.

Смена формата на сушильной части гофроагрегата в настоящее время – вариация одного из двух основных типов: (а) традиционная смена или смена с прерыванием или (б) смена формата без прерывания. Гофроагрегат продолжает работать при обоих типах смены, но, скорее всего, он будет работать на полной рабочей скорости в случае со сменой формата без прерывания. Рассмотрим оба типа отдельно.

Смена формата без прерывания

При ней ротационные ножи на выходе гофроагрегата для изготовления трёхслойного гофрированного картона всегда используются для разъединения полотна. Этот разрез начинает создавать зазор, который необходим для обеспечения времени для продольно-резательной рилевочной машины и устройства для обрезки кромок, чтобы перенастроиться на их новые положения. Зазор образуется в большинстве случаев за счет падения линейной скорости до 200 м/мин. или менее, как раз перед тем, как нож сделает разрез, затем, сразу же после разреза, хвостовой конец старого формата ускоряется. Как только очистится рилёвно-резательная машина, головки продольно-резательного станка и устройства для рилевания передвигаются в их новые положения, и устройства для обрезки кромок возвращаются в исходное положение, если подразумевается изменение ширины, затем сменяются перегородки, отводящие полотно, с тем, чтобы соответствовать продольной резке для нового формата, и, наконец, резка регулируется для новой длины листа. Транспортеры переносят последние листы старого формата на стопы, и после удаления последней стопы из камеры ограничительный упор регулируется заново для новой длины листа в каждой камере укладчика. Микропроцессорный контроллер смены формата регулирует скорость поступающих листов, чтобы обеспечивать вхождение передней кромки нового полотна в рилёвно-резательную машину сразу же после ее настройки, затем продвигает ее вперед через каждое устройство на рабочей скорости, как можно более приближенной к требуемой.

Имеется, как минимум, два ограничения линейной скорости на протяжении всей смены формата, помимо расстояния от ротационных ножей до рилёвочно-резательной машины. Первое и основное – время настройки рилёвочно-резательной машины, которое зависит от скорости движения головок и расстояния, на которое должна продвинуться самая длинная подвижная пара. Второе – степень ускорения и максимальная кратковременная скорость, на которой резка может работать при старой длине листа. Они определяют максимальную скорость, с которой входящее полотно может проходить для того, чтобы обеспечить создание достаточного зазора, позволяющего рилёвочно-резательной машине полностью переустановиться до его прибытия. Конечно, расстояние между ротационными ножами и рилёвочно-резательной машиной также в данном случае имеет большое значение – чем оно больше, тем выше может быть линейная скорость при смене формата.

Типичные показатели могут быть такими:

Линейная скорость $200 \text{ м/мин} = 3,33 \text{ м/с}$.

Расстояние между ротационными ножами и рилёвочно-резательной машиной = 8,5 м.

Степень ускорения резки = 40 м/мин/с .

Расстояние от первого валика устройства для рилевания = 1 040 мм.

Зазор по мере того, как хвостовая часть выходит из устройства для продольной резки = 1,1 м от входящих листов до первого устройства для рилевания.

Время для установки продольного разрезания/рилевания = 0,33 с.

Если изменение задания рилёвочно-резательной машины продолжается дольше указанного времени, программа может потребовать от ротационных ножей вырезать несколько листов вместо выполнения одинарного разреза для увеличения времени. Это, конечно же, увеличит количество отходов при смене формата. И, наоборот, входящее полотно может быть замедлено до определенной скорости, чтобы соответствовать требуемому зазору, но может наступить момент, при котором замедление может произвести больше

отходов, чем высечка. Программа должна рассчитать время установки рилёвочно-резательной машины, время ускорения и максимальную скорость резки для работы на определенной длине листа, затем передать соответствующую команду на ротационные ножи для увеличения до максимума скорости или уменьшения количества отходов в зависимости от ситуации. Выбор приоритета определяется одним из параметров, который необходимо установить.

Таким образом, имеется несколько способов снижения до минимума скорости или ограничения количества отходов, но наиболее эффективным из всех является сокращение времени настройки рилёвочно-резательной машины почти до нуля. Этого легко достичь (но, конечно же, это потребует затрат с точки зрения установки оборудования и свободного пространства) путем установки тандем - рилёвочно-резательной машины. Количество валов и головок увеличено в два раза, так что, когда один комплект оборудования предварительно настраивается к следующему формату, второй делает текущий формат, так что переход с формата на формат может быть более-менее одновременным. Этот процесс **более подробно, с возможными вариациями, рассмотрен ранее**. С таким оборудованием смена формата с зазором может быть осуществлена на скорости 250 м/мин или выше.

Смена формата при отсутствии зазора

Для этого существенное значение имеет тандем – рилёвочно-резательная машина, а также устройство изменения обрезной ширины и положения без нарушения обрезного потока. Если используется симплексная резка, сразу же после нее должен располагаться узел обрезков.

Если применяются сдвоенные или строенные ножи, потребуется установить после рилёвочно-резательной машины перед устройством для отклонения полотна дополнительные высокоскоростные ротационные ножи и выталкиватель. И, наконец, ножи устройства для продольной резки должны быть такого типа, чтобы иметь возможность опускаться в новый лист и сразу же начинать продольную резку. Принимая во внимание данное

оборудование, система управления игнорирует первый ротационный нож после гофроагрегата для изготовления трёхслойного гофрированного картона. Первое устройство, в которое следует внести изменения в последовательности смены формата, это рилёвно-резательная машина. Работая ножи и устройства для рилевания поднимаются, минуя листы, и находящиеся в процессе ожидания предварительно установленные инструменты немедленно приводятся в действие, чтобы начать новый формат. Устройства для продольной резки боковой кромки изменяют свое положение на новое.

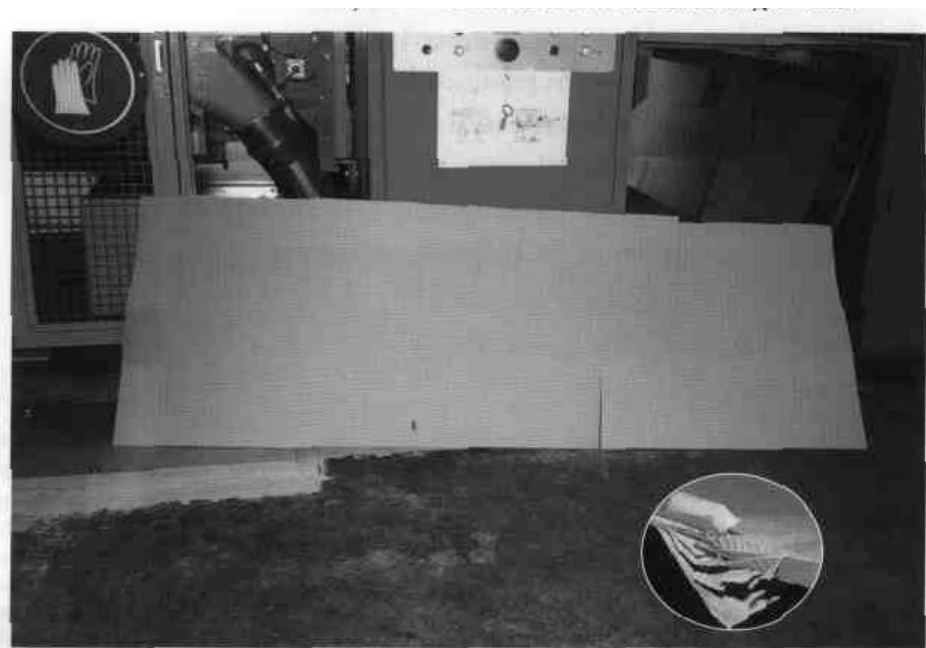


Рис.12.20. Лист при смене формата. На вставке показаны соединенные внахлестку полотна в местах соединения (открыты)

И снова, в случае, если этот процесс является частью полной смены марки или изменения ширины, места соединения должны быть скоординированы до одного метра, и в этих же рамках меняется положение защитной прокладки для клея, и эти изменения также должны быть скоординированы с изменениями рилёвно-резательной машины устройства для рилевания, так что отдельный лист длиной около 1 м, который вырезается и отбраковывается на ротационных ножах, содержит отходы со всеми изменениями для смены формата (рис.12.20).

Изменения для новой длины листа в резку вносятся во **время смены заказа**, так что единственными отходами являются последний лист (листы) старого формата и первый лист (листы) нового. Но действительно хорошо сконструированная система может идти еще дальше. Она синхронизирует первый разрез ротационных ножей с хвостовой частью более длинного листа в соответствии со старой уставкой на отрезание до допустимой точности для данного листа.

Кроме того, резка может иметь датчик для новой передней кромки, так что одна или все секции могут сделать первоначальную очень короткую обрезку перед тем, как продолжать резать листы по заданной длине. Таким образом, при смене формата образуется действительно минимум отходов.

Обрезки могут быть подхвачены позже, в то время как листы с коротким концом либо выталкиваются, либо проходят на верх последней стопы для удаления вручную. Короткий лист не вызовет замятия в укладчике, только длинный, который сгибается в ограничительном упоре и образует преграду для поступающих листов. С правильно выбранным оборудованием смена формата без зазора может происходить надежно на линейной скорости 300 м/мин и более.

ГЛАВА 13. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ГОФРОАГРЕГАТА

Для многих людей система автоматизации и управления является «устрашающей» темой, но она остается настолько важной неотъемлемой частью современного производства, что к ней необходимо «поворачиваться лицом». Не обязательно быть техническим специалистом, чтобы оценить преимущества цифровых технологий. Проектировщику агрегатов следует делать их как можно более «дружественными» с тем, чтобы они стали инструментом, которым скорее хочется пользоваться, чем его страшиться. Поэтому в настоящей главе мы рассмотрим следующие аспекты, используя по возможности язык диалога и фактические примеры для более четкой их иллюстрации, а именно:

- 1) система автоматизации как инструмент повышения эффективности работы заводов гофротары и превращения их в более экономичные;
- 2) соответствия потребностям изготовителей гофротары;
- 3) обзор основных супервизорных систем управления;
- 4) технический прогресс и его влияние на систему автоматизации и управления;
- 5) линии гофроагрегатов смешанной поставки;
- 6) модернизация существующих линий;
- 7) перспективы.

Система автоматизации как инструмент повышения эффективности работы заводов гофротары и превращения их в более экономичные

Как и везде в промышленном производстве и технологических процессах, система автоматизации – один из ключевых элементов в повышении производительности гофроагрегатов и снижения эксплуатационных затрат. За последние 20 лет производство гофрокартона изменилось с напряженного, требующего усилий, труда на процесс, управляемый компьютерами, в котором **оператор** в значительной степени управляет производством. На современном гофроагрегате может быть

установлено до десяти компьютеров, функции которых заключаются в управлении, проверке, автоматизации и усовершенствовании производства.

Какие преимущества предлагают автоматизированные системы управления?

Давайте обсудим это, пользуясь для примера синхронизированной системой склейки (SSS) и автоматическим изменением качества.

Без SSS и автоматического изменения качества

Если предположить наличие пяти клеильных станков для приведения в действие системы изменения качества, то на мокрой части будут задействованы, как минимум, три человека для активизации отдельных станков, наблюдая за процессом, затем нажимая кнопки и после этого настраивая станки на новые параметры качества.

Оператор на сушильной части должен привести в действие ротационный нож для удаления стыков.

С SSS и автоматическим изменением качества



Рис.13.1. Схема с SSS

Система принимает на себя все действия. Это означает, что на мокрой части требуются еще меньшее количество операторов. Имеется время для подготовки новых валов во время всего цикла. Новые параметры

(проверенные) применяются в точное время при переходе с одного формата на другой, что ведет к улучшению качества производимого картона (рис.13.1).

Даже самые лучшие операторы распределяют соединение внакрой в среднем на участке около 10 м картона, в то время как SSS делает это в пределах 1 м (уменьшение брака).

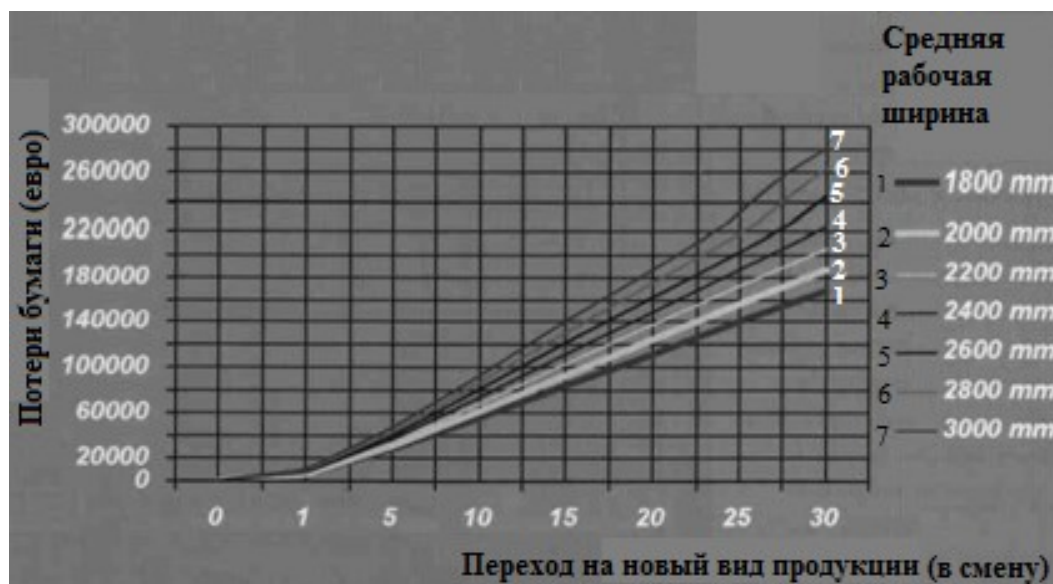


Рис.13.2. Зависимость между отбракованной бумагой и затратами

Кривые на схеме основаны на графике трехсменной работы, пять дней в неделю и средней цене на картон $0,5 \text{ €/м}^2$ предполагая, что дополнительные 8 м (по сравнению с SSS) картона будут вырезаны при каждом изменении качества (рис.13.2).

Именно благодаря электронике стало возможным сокращение до четырех человек в смену на гофроагрегате. В настоящее время пять или шесть операторов могут работать на современном гофроагрегате, в то время, как 20 лет назад для выполнения той же самой работы требовалось девять-десять операторов.

Соответствие потребностям изготовителям гофротары

Обычные требования пользователей к аппаратному и программному обеспечению на гофроагрегатах таковы:

- 1) высокий коэффициент использования гофроагрегата;

- 2) на период окупаемости гофроагрегата в значительной степени оказывает влияние коэффициент его использования. Имеется несколько способов его увеличения;
- 3) сокращение используемых компонентов при одновременном сохранении уровня производительности;
- 4) этапы проектирования и испытания аппаратного и программного обеспечения должны считаться самыми важными;
- 5) большинство потенциальных проблем с аппаратным и программным обеспечением должны быть классифицированы с применением подробной и структурированной концепции проектирования и проведением надлежащих испытаний для опытного образца в лабораторных и производственных условиях;
- 6) внедрение систем с резервированием для всех критических деталей, например, так называемых «Оценочных систем» для жестких дисков компьютеров, гарантирующих непрерывную работу компьютера, даже если один из жестких дисков выйдет из строя.

Наличие запчастей

Срок службы аппаратного обеспечения компьютера крайне короткий. Так как гофроагрегаты сами по себе часто используются в течение 20 - 30 лет, жизненно важно иметь в наличии все электронные детали. Следует учитывать и возможное банкротство поставщиков.

Электронные платы и контроллеры по возможности должны быть стандартными патентованными торговыми изделиями. Если они изготовлены в соответствии с конкретными **характеристиками** определенного поставщика агрегатов, могут возникнуть сложности с их приобретением в будущем.

Все детали, используемые в гофроагрегате, должны соответствовать стандарту, **т.е.** отвечать строгим требованиям работы в промышленной среде.

Устранение неисправностей

Огромное количество автоматизированных систем и электронного оборудования на линиях гофроагрегатов делают устранение неисправностей еще более проблемной задачей. Оказание помощи операторам и техническому обслуживающему персоналу является первоочередным делом и осуществляется дистанционной диагностикой посредством модема или Интернета (рис.13.3).

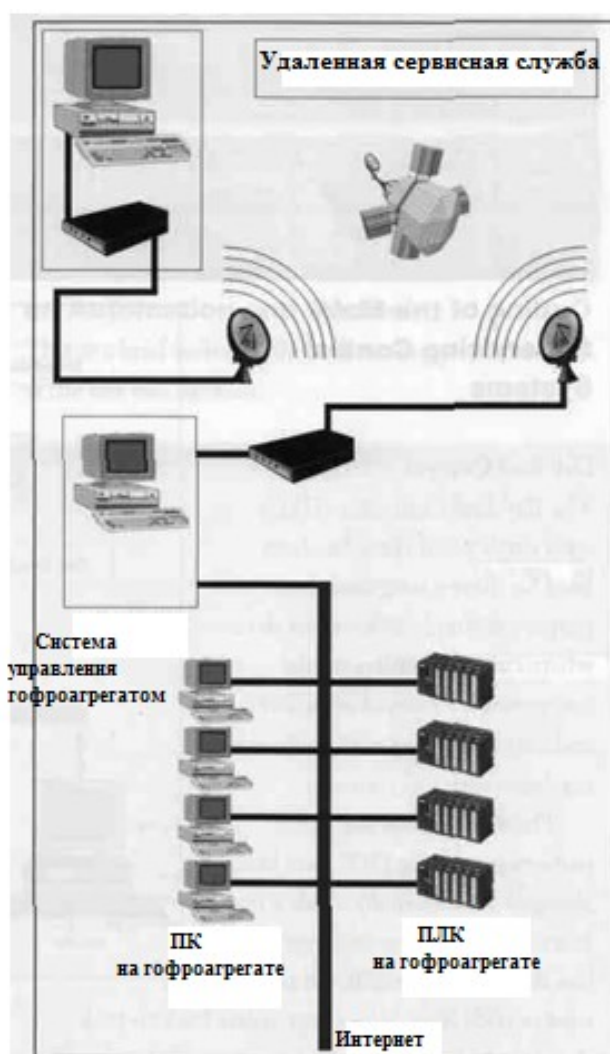


Рис.13.3. Схема *дистанционной диагностики*

Традиционный способ связи с предприятием через модем все больше заменяется непосредственным подключением к сети через Интернет и систему безопасности предприятия.

Диагностика неисправностей на агрегате должна быть максимально подробной, с рекомендациями по их устранению и реальной картиной местонахождения ошибки.

Уже недостаточно просто сообщить оператору о неисправности на гофроагрегате – указание точного места, где находится неисправность, может значительно сократить время простоя.

Оказание помощи on-line через домашнюю страницу поставщика

Отпечатанные руководства по эксплуатации и техобслуживанию в ближайшем будущем будут заменены документацией на CD-ROM или «перекачкой» информации с домашних страниц различных поставщиков. Преимущества такого способа существенны, так как документация может быть всегда отредактирована в соответствии с последней версией, не отправляя ее каждому потребителю. Это относится также и к любому устранению неисправностей на гофроагрегате.

Управление на сушильной части (КСЧ)

Контроллер на сушильной части с вводом по одной точке применялся довольно длительный период времени. Его цель – просто иметь устройство, на которое бы заходились все заказы потребителей на гофроагрегат, и данные распределялись бы по отдельным агрегатам под его контролем. Требования к работе КСЧ существенно изменились. Еще только несколько лет назад заказы на длину полотна на сушильной части менее 100 м фактически не существовали за пределами Азии. Очень короткие сдвоенные заказы, поэтому, должны были быть выполнены на сравнительно низкой скорости. В настоящее время заказы на длину до 25 м могут выполняться по существу на полной скорости, при которой происходит смена формата. (Конечно, необходимо учитывать продолжительность цикла элементов, находящихся далее по потоку, таких, как укладчик и выходные конвейеры).

Устройства более быстрой связи между КСЧ и модулями гофроагрегата при загрузке и отправке информации успешно разрешили эту проблему.

Отношение типа «главный – подчинённый» между КСЧ и агрегатами, при котором команда поступает от КСЧ, а оборудование реагирует на него, перешло на такой уровень связи, при котором все контроллеры начинают действовать точно в тот момент, когда требуется.

Так как большинство интерфейсов соединено с КСЧ, замена этого инструмента большей частью подразумевает испытания интерфейсов и несколько дней или несколько недель внедрения на гофроагрегате.

Управление на мокрой части (синхронизация стыков, автоматическое изменение качества)

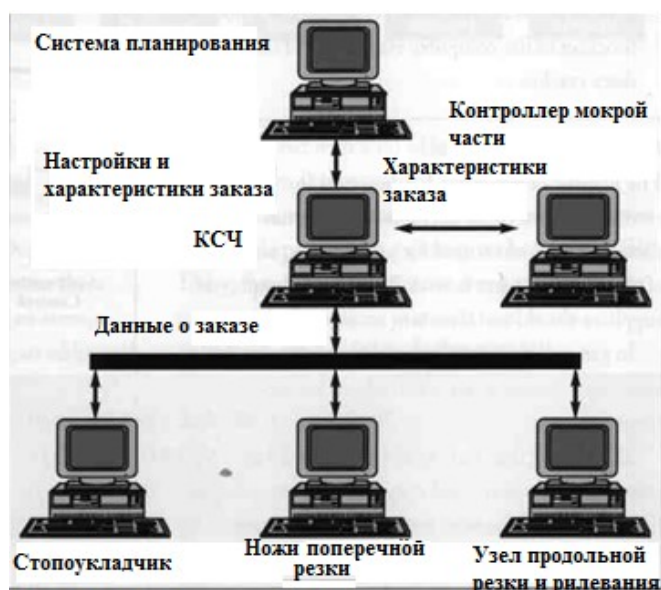


Рис. 13.4. *Схема управления на мокрой части*

Целью автоматического изменения качества являются применение уже использованных и испытанных качественных параметров к компонентам оборудования мокрой части, синхронизация всех клеильных станков и переключение гофроагрегатов для изготовления двухслойного гофрированного

картона и трёхслойного гофрированного картона на их новые установки точно в то время, когда проходит полотно нового качества или ширины. Все параметры качества (углы охвата, клеильные зазоры, натяжение полотна, температура) вносятся

в базы данных (рис.13.4).

Перед тем, как вырабатывать какую-то марку, ее параметры уже заведены в агрегат и ожидают стартового сигнала на переключение. Этот сигнал подается для каждой машины отдельно системой синхронизации склейки по мере прохождения нового полотна.

Регулирование температуры бумаги, в особенности, является результатом практического опыта работы на гофроагрегате. Определенные показатели температуры в конкретных местах вдоль гофроагрегата имеют существенное значение для хорошего сцепления и качества картона. По этой причине регулировки по скорости рычагов **охвата** часто заменяются устройствами регулирования температуры.

Супервизорные системы (анализатор производственных показателей)

Каждая компания должна обратить внимание на несколько ключевых производственных показателей:

- 1) поддержание производственных затрат на минимальном уровне;
- 2) повышение производительности;
- 3) выделение ограничивающих факторов.

Анализатор производственных показателей может обращаться к этим задачам, собирая всю информацию, какую можно получить с гофроагрегата, классифицируя ее в долгосрочной базе данных и позволяя управлению проводить анализ. Для уменьшения простоев гофроагрегата необходимо определить места возникновения частых неисправностей, причины их появления, а также способы их устранения. Инструмент, который может выделить источник причины простоя на разных участках гофроагрегата (например, клеильный станок) и характер останова (например, отказ электронного оборудования), имеет крайне важное значение в отслеживании причины возникновения проблемы. Он также помогает проследить за всеми слабыми точками на агрегате или в работе технологического персонала. Например, если кривая скорости при смене формата всегда представляет собой провал ниже допустимого уровня, это свидетельствует либо о проблеме на агрегате, либо о неудовлетворительной работе оператора, который боится производить смену формата на высокой скорости.

Выявление отходов по всему гофроагрегату раньше или позже станет стандартом, так же как и задание используемых комбинаций бумаги.

Технический прогресс и его влияние на систему автоматизации и управления

Представляем краткий обзор технических усовершенствований, появившихся в последние два десятилетия.

Работа программируемых контроллеров и компьютеров отражает общие технические достижения, особенно за последние 20 лет. Программируемые приводы могут выполнять функции, которые были запрограммированы на компьютерах только несколько лет назад. Одним из примеров является ускорение и замедление ножа резки, регулируемое самими приводами с огромным количеством имеющихся параметров.

Контроллеры также могут передавать назад информацию **об их** состоянии. Состояние ошибки, температура контроллеров и критические состояния воспроизводятся на экранах, и информация о них может автоматически быть отправлена по *e-mail* определенному обслуживающему персоналу.

Локальные сети используются для объединения в рамках целого предприятия. Они заменяют интерфейсы прямой связи, которые были большей частью последовательными системами. Сети имеют преимущества по сравнению с последовательными интерфейсами:

- время передачи значительно меньше; скорость передачи информации **на время** записи составляет около 100 Мбит/с по сравнению с 20 Кбит/с. Это почти в 5 000 раз быстрее!;

- доступность данных упрощена.

Бумага, как сырье для производства гофрокартона, является одним из основных факторов стоимости, поэтому высокую приоритетность имеют меры по обеспечению бумаги хорошего качества и снижению количества отходов картона. Одним из примеров является разработка клеильного станка. При внедрении цифрового управления на клеильном станке натяжение бумаги во время всего цикла склеивания поддерживается на постоянном уровне за счет немедленного использования всей длины накопителя. Так, обрывов бумаги, связанных с работой клеильного станка, и проблем сцепления на гофроагрегате

для изготовления двухслойного гофрированного картона можно избежать на скоростях до 500 м/мин. На диаграммах ниже показаны кривые натяжения на старых клеильных станках в сравнении со станками последнего поколения (рис.13.5, 13.6).

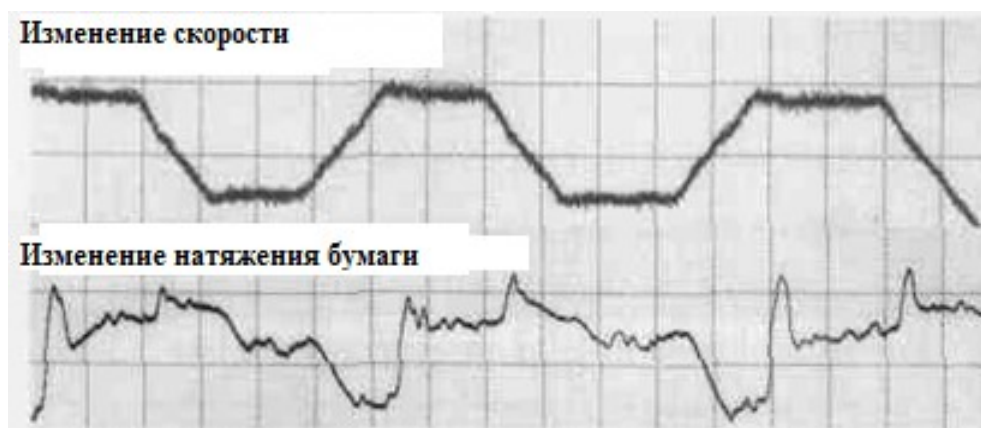


Рис.13.5. Натяжение бумаги на клеильном станке с аналоговым управлением около 10 лет назад (нижняя часть на графике показывает натяжение бумаги на различных скоростях)



Рис.13.6. Натяжение бумаги на новом клеильном станке с цифровым управлением (нижняя кривая на графике показывает натяжение бумаги на различных скоростях)

Гофроагрегаты смешанной поставки

Многие гофроагрегаты на рынке – смешанной поставки, т.е. комплектный гофроагрегат поставляется двумя и более различными компаниями. Причина этого кроется в самих поставщиках – имеется только несколько из них, которые производят оборудование для комплектной линии. Гофроагрегаты выделились из серии «отдельных» машин во взаимосвязанную систему с обменом информации между, по существу, каждой частью поточной линии. В результате машины вынуждены обмениваться друг с другом информацией, пользуясь интерфейсами данных.

Если поставщика два, две стороны должны реализовать один интерфейс, где протокол обмена данными обычно представляет собой стандартный протокол одного из поставщиков.

Попытки стандартизировать эти интерфейсы могут провалиться по нескольким причинам:

- не все поставщики достигли одного и того же технического уровня с точки зрения развития интерфейсов. Поэтому стандарты должны быть установлены на более низком уровне (Например, последовательные интерфейсы вместо применения сетевой связи);
- протоколы все более усложняются, чтобы объединять в себе объем данных всех поставщиков.

Проблемы после внедрения с этими интерфейсами большей частью требуют сотрудничества и взаимодействия обеих заинтересованных сторон.

Модернизация существующих линий

Замена машиной того же поставщика

А. Модернизация существующих поточных линий или машин обычно производится до определенных уровней.

Б. Замена определенных приводов или контроллеров по причине отсутствия запчастей или их плохого состояния.

В. Замена всей электроники, включая компьютеры и цифровое управление.

Г. Замена всех машин.

Вариант (А) всегда требует очень тщательной проверки, так как приводные характеристики машин более старшего поколения отличаются от современных. Для варианта (Б) обычно всегда имеются стандартизированные решения. При замене электроники (В) можно применить самую последнюю концепцию управления, включая приводы. Вариант (Г) является фаворитом, так как можно использовать стандартную машину, но с более высокими капитальными затратами.

Замена машинами от других поставщиков

В значительной степени она зависит от концепции существующей машины с точки зрения сложности проведения замены. В рамках концепции модульной структуры, информация обычно не передается от контроллера X через машину Y на машину Z .

Другими словами, две машины не должны зависеть от существования третьего элемента для того, чтобы обмениваться между собой необходимой информацией. Это означает, что внедрение части оборудования на замену в существующую линию от другого поставщика требует более сложной конструкторской и проектной работы.

Перспективы

Управление качеством картона

В значительной степени качество картона определяют визуально во время производства. Это означает, что оператор берет образец картона из укладчика и проверяет сцепление, коробление и размеры. В настоящее время проводятся исследования по регулированию вышеуказанных параметров автоматически и корректировке соответствующих установок по машине интерактивно.

То, что звучит как легкая для достижения задача, на самом деле оказывается серьезной проблемой в технической реальности, поскольку каждая ошибка может иметь разные причины. В этот момент начинает действовать нечеткая логика, которая, в принципе, определяет все вводимые параметры по их приоритетности и соответственно устанавливает параметры на выходе. Тип выхода будет, скорее всего, определяться в форме «экспертной базы данных».

Сокращение количества отходов и их распределение

Бумага и картон являются основным фактором стоимости в процессе производства гофрированного картона, поэтому уменьшение количества отходов на гофроагрегате является первоочередной задачей.

Чтобы еще больше сократить количество отходов, существенное значение имеет локализация их появления и обнаружение причин.

Это осуществляется, благодаря:

- отслеживанию рулонов бумаги, начиная от размоточного станка до укладчика;
- распределению отходов по различным машинам/станкам на гофроагрегате;
- обнаружению причин появления отходов;
- принятию необходимых контрмер.

Интернет и его влияние

Интернет изменил деловую активность во всем мире и то же самое происходит внутри компаний по производству гофропродукции.

В течение длительного времени он использовался как коммуникационная платформа, а в настоящее время применяется для размещения заказов и в качестве информационной базы для обнаружения неисправностей. Это сейчас относится к взаимоотношениям между поставщиками машин и производителями картона. Заказы на запчасти и обслуживание все больше осуществляются через Интернет.

ГЛАВА 14. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТХОДОВ

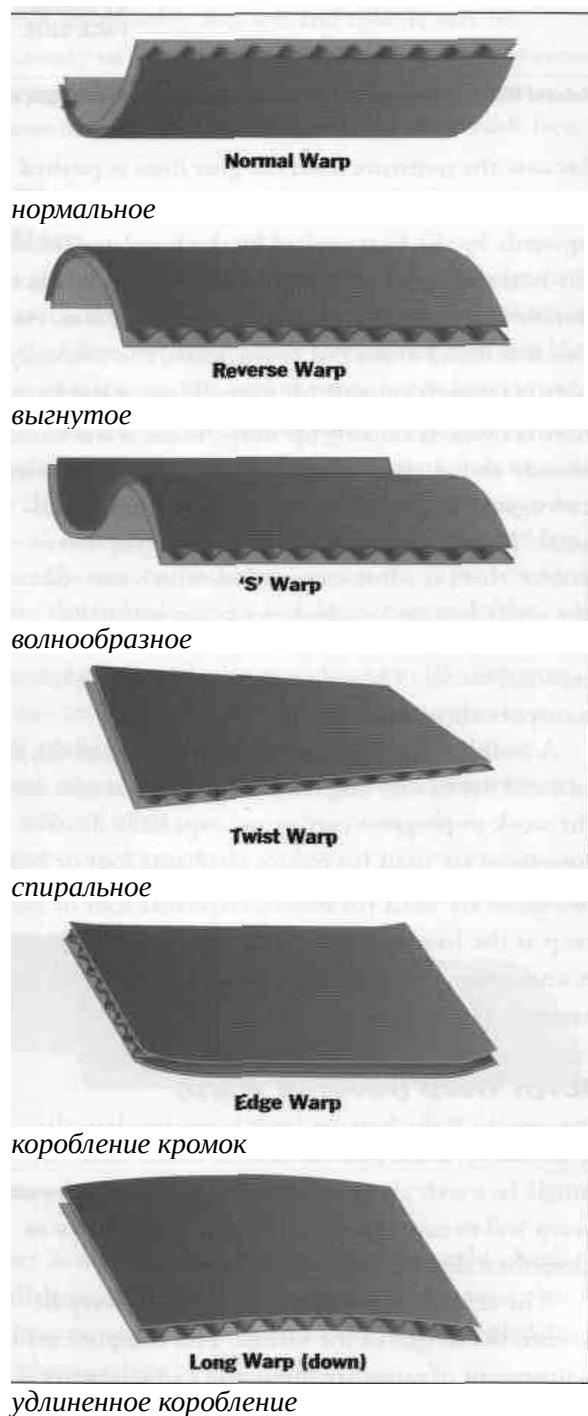


Рис.14.1. Виды коробления

на его возможные причины. Некоторые виды коробления представлены на рис.14.1.

Все коробление вызвано внутренними напряжениями, возникающими в результате разницы в естественных размерах между двумя слоями и внутри

Проблемы при производстве гофрированного картона и их решения могут быть темой отдельной книги. Поэтому данный раздел не может быть всеобъемлющим, но он предназначен для привлечения внимания к наиболее часто встречающимся проблемам, понимания того, как они могут возникнуть, и **предложения** проверок и способов устранения. Наиболее распространенные проблемы производства картона относятся к следующим категориям:

- коробление;
- проблемы склейки и поверхности для печати;
- потери толщины.

Коробление

Коробление, несомненно, наиболее распространенная проблема с трехслойным гофрированным картоном, и оно может принимать различные виды. Определение каждого вида само по себе является указателем

основы для гофрирования из-за дисбаланса влажности и натяжения, действующего на картон в гофроагрегате для изготовления трёхслойного гофрированного картона, где слои выдерживаются плоскими, когда устанавливается соединение. Если, после выхода из гофроагрегата для изготовления трёхслойного гофрированного картона один слой меняет свои размеры больше, чем другой, в любом из направлений, возникнет коробление. Вот почему для оператора важно **понять**, что происходит с бумагой по мере ее прохождения через мокрую часть гофроагрегата, а **так же знать технические характеристики различных марок бумаги**.

Некоторая информация о бумаге, имеющая непосредственное отношение к короблению.

Бумага, являясь продуктом природы, может изменяться в рамках одной марки, от рулона к рулону, даже внутри одного рулона. Бумага расширяется во влажном состоянии, а сжимается – в сухом. Если добавляется влага, то после ее удаления до того же уровня, что был до увлажнения, размеры бумаги станут меньше, чем раньше. (Этот процесс известен как эффект гистерезиса).

Также, после начального увлажнения и нагревания, любое **влияние на позже возникающие изменения размера уменьшается**.

Бумаги с более высокой степенью влажности имеют тенденцию быть более восприимчивыми к дальнейшему увлажнению, чем бумаги, изначально с меньшей влажностью. Высокие температуры увеличивают и ускоряют эту восприимчивость, а также в большей степени влияют на изменение размеров.

Разные бумаги имеют различную степень расширения, и большинство отдельных видов бумаг при увлажнении расширяется больше в поперечном направлении, чем в машинном, вследствие ориентации волокон. В случае с картоном для плоских слоев, гофрированного картона из длиноволокнистой сульфатной свежей целлюлозы соотношение может быть до 2:1. Оно меньше для макулатуры из коротковолокнистых полуфабрикатов.

Более тяжелый лайнер имеет тенденцию не менять размеры в такой степени, как более легкие бумаги. Так, использование более тяжелого наружного слоя из крафт-целлюлозы для получения хорошей печатной поверхности и легкого внутреннего слоя из более дешевых отходов с целью экономии может вызвать возникновение таких серьезных проблем с короблением, что **это** можно будет рассматривать как ошибочную экономию.

И это все, не говоря уже о таком факте, что если, скажем, добавить 10 г/м² воды к 300 г лайнера, вы добавляете 3 %, в то время как при добавлении такого же количества к 125 г лайнера, вы увеличиваете влажность на 8 %, что составляет дисбаланс. Несбалансированные в значительной степени лайнеры всегда являются потенциальной причиной появления серьезных проблем с короблением. Бумага под натяжением также может растягиваться.

Коробление вверх (обычное коробление)

При условии понимания вышеуказанного, будет очевидным, что если двухслойное полотно (трехслойного гофрокартона) входит в гофроагрегат для изготовления трёхслойного гофрированного картона значительно более влажным, чем наружный плоский слой, и соединение производится в гофроагрегате с картоном, выдерживающимся плоским, то когда уровень влажности компенсируется в стопе, верхний слой становится пропорционально более сухим, поэтому будет пытаться сжаться, в то время как нижний слой будет расширяться за счет того, что становится относительно более влажным, таким образом, и возникает коробление вверх (рис.14.2).



Рис.14.2. Пример обычного коробления

Кроме того, чем ближе слои расположены друг к другу (или чем меньше высота гофра), тем сильнее будет степень коробления.

Это объясняется тремя причинами. Во-первых, физическая сомкнутость двух слоев усугубляет влияние разницы в размерах. Во-вторых, гофры с меньшей толщиной имеют более мелкий шаг, и поэтому больше клеевых слоев, содержащих больше свободной воды. В-третьих, прочность на изгиб более крупных гофров выше и лучше выдерживает перегиб. В точке, где полотна встречаются в гофроагрегате для изготовления трёхслойного гофрированного картона, более низкие вершины гофров являются достаточно влажными от недавно нанесенного клея. Так как эти вершины и более низко расположенные боковые поверхности высушиваются нагревательными плитами, они имеют усадку, что становится причиной коробления вниз. Вы получаете плоский картон, только если эта тенденция компенсируется противодействующими силами со стороны лайнеров.

Естественное коробление трех слоев бумаги в трехслойном гофрированном картоне

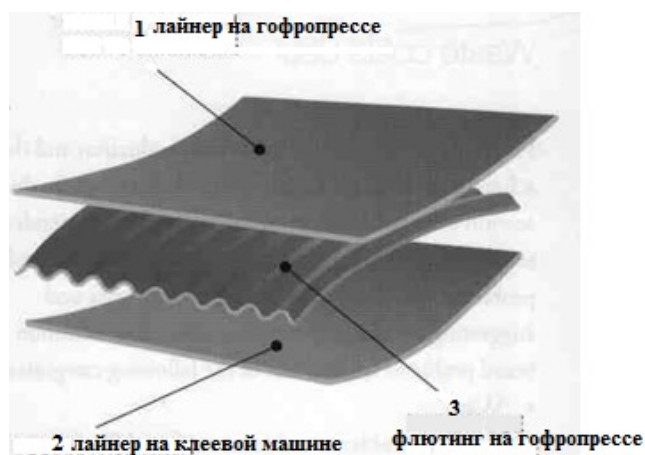


Рис.14.3. Естественное коробление в трехслойном гофрированном картоне

Так как влага от клеевых слоев выталкивается вверх под действием тепла от нагревательных плит под нижним слоем, картон обычно выходит из гофроагрегата для изготовления трёхслойного гофрированного картона более влажным сверху, чем снизу. Так как

этот дисбаланс компенсируется в пачке, возникает тенденция возникновения коробления вверх. Таким образом, если в картоне уже проявляются признаки коробления вверх в сушильной части гофроагрегата, можно предположить еще большее ухудшение в укладчике. Если картон разрезан вдоль и сфальцован в продольно-резательной рилевочной машине, то здесь возникает некоторое снятие напряжения, которое может уменьшить коробление, но слишком сильное коробление вверх может сделать конечные стопы картона неустойчивыми и затруднить автоматическую транспортировку. Благополучная

ситуация при легком короблении вниз на сушильной части и плоское полотно до очень небольшого коробления вверх в стопах на транспортере-накопителе, особенно если используются роликовые транспортеры (чтобы уменьшить «слоновью ногу» или сползание картона в основании стопы). Достижение этого возможно только при понимании и наличии знания принципов и материалов плюс опыт.

Коробление вниз (обратное коробление)

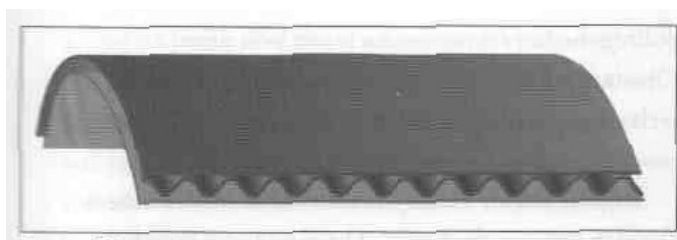


Рис.14.4. Пример коробления вниз

И, наоборот, если нижний слой более влажный, чем двухслойное полотно на входе в гофроагрегат для производства трехслойного гофрированного

картона, возникнет коробление вниз (рис.14.4), усугубленное теми же самыми воздействиями, что рассмотрены выше по основе для гофрирования. Решение проблемы для обоих этих типов коробления лежит в длине моста-накопителя.

Компонентами для регулировки влажности и ее выделения являются, в основном, паровые sprays, крахмальный клей (содержание твердых веществ) и его применение на гофропрессе для производства двухслойного гофрокартона и в клеильном станке, предварительный нагрев и уровень атмосферной влажности на верхних уровнях моста и, наконец, предварительные нагреватели накопителя. Как только полотна встречаются на входе в гофроагрегат по производству трехслойного гофрокартона, уже нет никакой другой возможности исправить коробление.

Коробление вниз – характерная особенность тяжелых нижних слоев, которые, возможно, также влажные и холодные. Может потребоваться подвергнуть обратному короблению стопу на подогревателе, чтобы повернуть бумагу в обратном направлении, или подать ее так, чтобы у нее был больший контакт с барабанами подогревателя с тем, чтобы высушить полотно до того, как оно войдет в гофроагрегат для производства трехслойного гофрокартона.

Волнообразное коробление

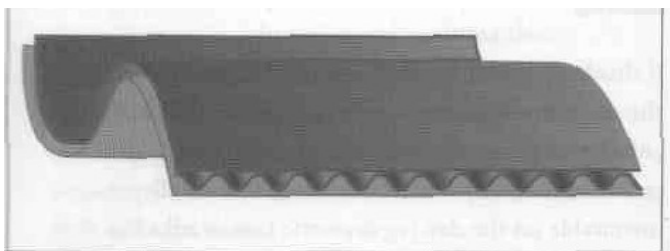


Рис.14.5. Пример волнообразного коробления

Всегда вызывается дисбалансом влажности, температуры или выравнивания, или совокупности условий

в поперечном направлении. Вот почему не всегда легко обнаружить и быстро устранить причину (рис.14.5). Если оно возникает только на протяжении одного рулона, то, скорее всего, этот рулон будет иметь коническую форму, т.е. плотнее наматываться с одной стороны, чем с другой. Иногда может быть партия из рулонов конической формы, что обычно происходит по причине наличия проблем на бумагоделательной машине, особенно если оба рулона вырабатываются на БДМ, где масса может быть распределена плотнее в центре, чем по направлению к наружным кромкам. Если это происходит, в основном, только на более тяжелых марках, вероятнее всего, имеется градиент тепла в поперечном направлении гофроагрегата на проблемном участке. Следует проверить ловушки, сифонные трубы и измерить температуру на концах всех возможных **сосудов**.

Если волнообразное коробление возникает более-менее постоянно, необходимо проверить параллельность всех основных устройств, прежде всего, тех, через которые проходит картон, затем следует проверить валы в гофроагрегате для производства двухслойного гофрокартона и клеильного станка:

- рычаги рулонной установки удерживают рулон горизонтально;
- все ведущие валы и разгонные валы на наличие возможного нарушения соосности или неисправного подшипника на одном конце;
- барабаны предварительного нагревателя и предварительного кондиционирования.

Затем проверить параллельность:

- валов гофроагрегата, клеильного валика относительно гофрирующего вала, дозирующего валика относительно клеильного валика в гофроагрегате для производства двухслойного гофрокартона (что может стать причиной неравномерного распределения клея в поперечном направлении машины);
- шаберного вала относительно клеильного валика в клеильном станке.

Иногда возникает коробление, по форме напоминающее скорее *W* или *M*, чем *S*. Это может быть обычно вызвано следами износа на гофрирующих валах; отсутствие параллельности у гофрирующих валов по центральной оси (наиболее близко в центре и удаленно в противоположных направлениях на концах); избыточное давление на ракельный нож (в более легких машинах), отводящий шаберный валик. Оно также часто предполагает влажные кромки бумаги.

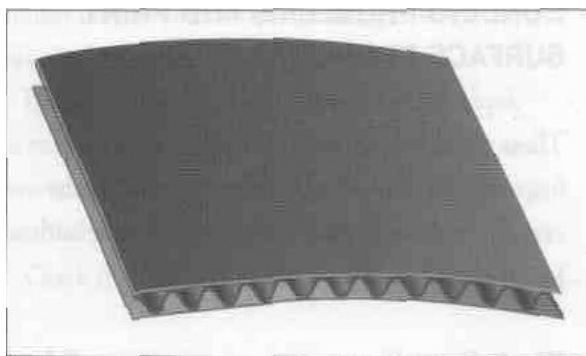


Рис.14.6. Пример коробления по длине

Коробление по длине (коробление в машинном направлении)

Коробление по длине – коробление в машинном направлении – вверх, если двухслойное полотно сильно натянуто по сравнению

с нижним слоем, или, скорее всего – вниз, если происходит обратное. Устранение причины заключается в восстановлении правильного баланса. Наиболее эффективное регулирование достигается при использовании надежного рулонного тормоза. Натяжение двухслойного полотна – одна из трудно регулируемых характеристик линии (рис.14.6)

Спиральное коробление

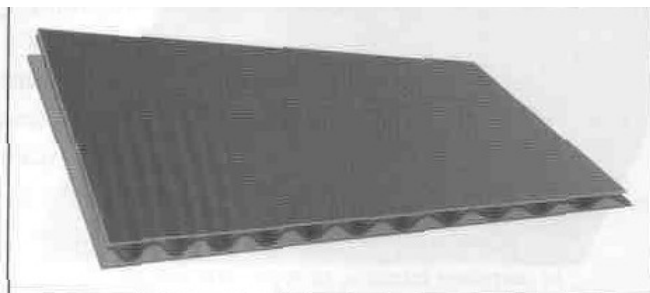


Рис.14.7. Пример спирального коробления

Часто вызывается избыточным или неравномерным натяжением в двухслойном полотне. Необходимо проверять натяжение, а также влажность на верхнем накопительном мосту – следует обеспечить хорошее движение воздуха, особенно, если с одной стороны он расположен около стены или полностью закрыт. Необходимо применять валики для компенсации натяжения (рис.14.7).

Коробление кромок

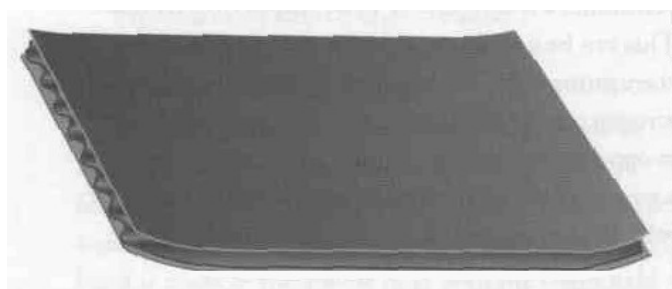


Рис.14.8. Пример коробления кромок

Происходит почти всегда из-за влажных или холодных кромок бумаги. Можно исправить за счет большего или меньшего нанесения клея на кромки по сравнению с другими местами на полотне (рис.14.8).

Проблемы со склейкой и поверхностью для печати

Эти проблемы указываются вместе, так как часто они взаимосвязаны между собой. И, само собой разумеется, это верно в случае с образованием волнистости, а также часто при образовании пузырей.

Образование волнистости

Избыточное нанесение клея вызывает волнистость поверхности, и это состояние показано на рис.14.9. Оно может возникнуть либо на гофропрессе для производства двухслойного гофрокартона, либо на клеильном станке.

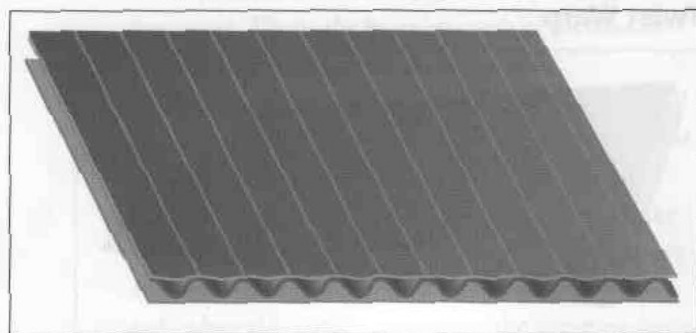


Рис.14.9 Пример образования волнистости

Последний становится причиной очевидных проблем с нанесением печати, создавая волновой эффект на наружном (печатном) слое ящика. Волнистость на внутреннем слое создает проблемы с

варьированием нанесения клея при выработке пятислойного картона. Волнистость вызвана избыточным нанесением крахмала, который плотным слоем выходит из мест склейки и оттягивает слой вниз с каждой стороны по мере высыхания.

«Стиральная доска»

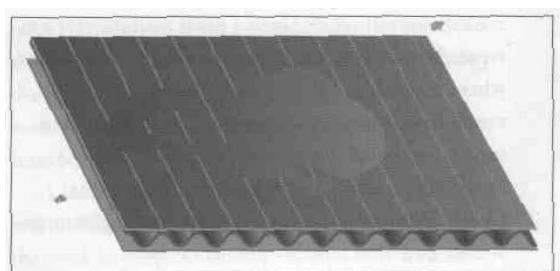


Рис.14.10. Пример «стиральной доски»

Очевидно, если соотношение скорости между клеильным валиком и полотном слишком выраженное, за счет эффекта затиранья слишком много клея будет наноситься на одну сторону вершины гофра (рис.14.10).

Регулярные еженедельные йодные пробы должны проводиться для проверки клеевых слоев на слоях картона. Пробы картона пропитываются водой, затем разделяются. Слои картона на стороне нанесения клея очищаются при помощи щетки с использованием слабого йодного раствора, который темнеет при соприкосновении с крахмалом. Идеальной считают линию концентрированного клея толщиной 2мм на прессе для производства трехслойного гофрированного картона и 2,3мм на гофропрессе. Слишком малое количество дает слабое склеивание (испытание на прочность склеивания с применением иголок), чрезмерное – становится причиной волнистости. Более быстрая проверка

может быть проведена при отслаивании бумаги на картоне, взятом непосредственно перед укладчиком – он должен быть достаточно влажным.

Для исправления эффекта волнистости необходимо уменьшить «затирание» или разность окружных скоростей между клеенаносящим валиком и вершиной гофра или уменьшить зазор между шабером и валиком для нанесения клея, тем самым, уменьшая количество крахмала, нанесенного на вершины гофров.

Образование пузырей

Это частичное нарушение склейки (в отличие от нарушения по всей ширине). Склеивание происходит, но имеются большие участки, скажем, до 0,1 м², где картон и гофробумага разделяются.

Если это происходит на гофропрессе для производства двухслойного гофрокартона, что оказывает влияние только на внутренний слой, можно предположить либо наличие механических проблем (например, потерю давления/вакуума), либо то, что клей совсем непригоден для применения в этот день (например, резкая потеря клейких веществ или вязкости).

Чаще всего проблему связывают с машиной для производства трёхслойного гофрированного картона и выделяют четыре возможные причины:

Влажность

В нижнем слое наблюдаются колебания влажности по его ширине, либо имеется полоса на бумаге, идущая в машинном направлении. В обоих случаях при удалении дополнительной влаги из более влажных участков высвободится больше пара, чем на нагревательных пластинах. Если этот пар не сможет быть высвобожден быстро через концы гофров либо в сукно, возникшее давление может разрушить сцепление в участках с повышенной влажностью. Поэтому это более характерно для более мелких гофров, где выделяется больше влаги из клея, и путь его выхода более ограниченный.

Следует проверить сукно гофроагрегата для производства трехслойного гофрокартона на наличие «слепых» зон, т.е. засоренных крахмалом, дегтем или

бумагой, которые могут препятствовать ее поглощающей способности или выделению влаги.

Натяжение

Может возникнуть ситуация, при которой неравномерное натяжение нижнего слоя по всей ширине может привести к появлению участков со слабым сцеплением, так что когда вода будет выделяться из клея, сцепление будет нарушено.

Температура

Неравномерные температуры по всей ширине нагревательных пластин гофропресса для производства двухслойного гофрокартона могут привести к различной степени удаления воды из клея, достаточной для разрушения части участков сцепления.

Клей

Неправильно указаны технические характеристики клея относительно содержания твердых веществ, вязкости или температуры геля. Либо эти характеристики меняются во время обычной работы; случайное разбавление уменьшит количество твердых веществ и вязкость, а также повысит температуру геля. Любой недостаток клея приведет к образованию пузырей на гофроагрегате для производства трехслойного картона.

Если возникает подозрение на слабое проникновение клея на гофропрессе для производства двухслойного гофрокартона, решить проблему помогут увеличение предварительного кондиционирования и обеспечение уровня влажности бумаги 6 - 8 %. Как для гофропресса по производству двухслойного гофрокартона, так и для гофроагрегата по производству трехслойного гофрокартона уменьшение подогревания слоя способствует сцеплению, так как оно будет происходить при более низкой вязкости клея (для начала, следует выяснить, является ли она слишком высокой).

Если возникает подозрение на чрезмерное проникновение клея, полезным может оказаться проверка других характеристик бумаги – особенно пропитывание бумаги для гофропресса по производству двухслойного

гофрокартона. Как для гофропресса по производству двухслойного гофрокартона, так и для гофроагрегата по производству трехслойного гофрокартона увеличение вязкости клея или понижение температуры геля **могут помочь** в решении этой проблемы.

Так как образование пузырей связывается со степенью удаления воды из клея или бумаги, имеется ряд ситуаций, при которых данная проблема может еще усугубиться:

- Картон с небольшим весом: соотношение веса воды (из клея) к весу картона увеличивается, и бумага может легче деформироваться. Легкий картон быстрее абсорбирует тепло, так что скорость удаления воды увеличивается.
- Гладкий лайнер: лайнер с верхним покровным слоем, белый сульфатный, бумага для оклейки картона, предварительно запечатанная рисунком и мелованный лайнер (в порядке увеличения трудности) характеризуются гладкостью, хорошим контактом с нагревательными пластинами и быстрой теплопередачей. Во избежание образования пузырей необходимо обратить внимание на уменьшение общего предварительного нагрева картона и понижение температуры нагревательных пластин для мелованных картонов, в особенности.
- *Е*-гофры и микрогофры: уменьшение высоты гофра затрудняет удаление воды. Следует уменьшить дополнительную подачу крахмала, принимая **во внимание увеличенное количество гофров**, или повысить **количество** твердых веществ (т.е. **уменьшить избыточную воду**). Если в направлении расхода появляются вытянутые пузыри, следует проверить на чистоту зоны нанесения клея на машине и удалить любую бумагу или загустевший крахмал, которые могли бы соскребать крахмал с участков клеенаносящего валика.

Проверить, является ли чистым и пористым сукно гофроагрегата для производства трехслойного гофрированного картона.

Выпучивание

Эта проблема относится к крохотным пузырькам, которые иногда появляются при выработке легких бумаг и/или картона с микрогофрами. Обычно появление выпучивания связано с гофроагрегатом по производству трехслойного гофрокартона, и поэтому все вышеуказанное относится и к этой проблеме.

Проблема еще больше усугубляется при использовании картона с небольшой массой (до 80 г/м²), так как увеличивается соотношение удаленной воды к количеству использованного волокна. Если пузырьки появляются в машинном направлении, возможной проблемой может быть появление полосы на бумаге либо неравномерное нанесение клея. Также важно проверить натяжение полотна поперек гофроагрегата.

На картоне с микрогофрами (*F*, *G* и *O*) высота гофра значительно уменьшается, и количество гофров на метр значительно увеличивается. Важно получить равномерную пленку клея в поперечном направлении гофроагрегата и проверить остатки бумаги.

Для картона с микрогофрами, чтобы конкурировать с офсетным ламинированным картоном, требуется точное дозирование клеевого слоя (менее 0,1 мм) и более высокое содержание твердых веществ в клее для уменьшения количества использованной воды.

Поставщики крахмала испытывали клей с содержанием твердых веществ до 40 %.

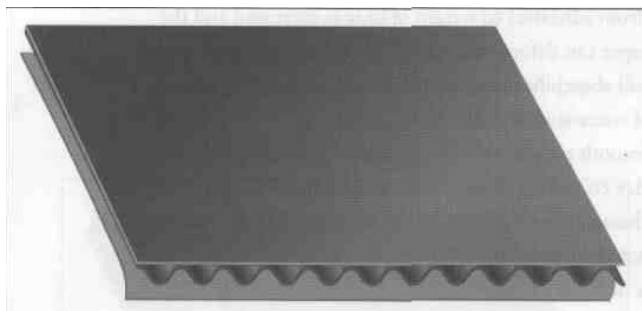


Рис.14.11. Пример расслаивания

Расслаивание

Один из слоев не пристает плотно к флютингу. Это проблема склеивания. Крахмал может загустевать слишком быстро, не приставая к картону, или, наоборот, клей может не достигать своей

температуры гелеобразования (обычно визуально воспринимается как белая склейка), например, из-за заблокированных ловушек и переувлажнения гофроагрегата по производству трехслойного гофрокартона. Сцепление может быть разрушено из-за колебания полотна до входа в гофроагрегат, вызывая эффект «*kiss and part*» («встретились и разошлись») на вершинах клееных гофров. Расслаивание на кромках встречается часто и обычно относится к двухслойному полотну, загибающемуся вверх на кромках в клеильном станке, так как в этих участках наносится недостаточное количество клея (рис.14.11).

Картон в виде застежки-молнии

Это почти то же самое, что и расслаивание. Сцепление фактически происходит, но оно может быть легко разделено, являясь непрочным и хрупким, разделение возникает при легком сгибании и часто на сгибах. Источником проблемы является клей, который в течение достаточно длительного времени не оставался жидким, чтобы проникать в бумагу и передать сцепляющие свойства волокнам. Возможными причинами являются чрезмерный предварительный нагрев бумаг, неправильное количество либо буры, либо каустической соды в смеси, что дает неверную точку гелеобразования или вязкость, либо при этом наносится слишком мало клея.

Потери толщины

Толщина картона теоретически представляет собой сумму толщины бумаги плюс высота гофра.

$$\text{Толщина картона} = C_1 + C_2 + C_3 + H_f,$$

где C_1, C_2, C_3 – толщина двух лайнеров и флутинга,

H_f - высота гофра.

Практически толщина картона несколько меньше. Имеется некоторое смятие бумаги в точках соединения, особенно в гофропрессе

для производства двухслойного картона, если это тип оборудования с прижимными валами.

Если предварительно подавалось слишком много пара, высота гофров может быть снижена из-за того, что гофр образуется гофрирующими валами, когда средний слой гофрокартона влажный. При высыхании он сжимается.

Если профили гофров гофрирующих валиков имеют избыточный боковой зазор, и средний слой находится под давлением, он может «срезать угол».

Тем не менее, эти эффекты минимальные по сравнению с потенциальной опасностью смятия по мере продвижения картона по машине, что требует регулярного техобслуживания и внимания к оборудованию.

Прежде всего, свежесклеенное двухслойное полотно захватывается между наклонными конвейерными лентами, которые поднимают его на мост-накопитель. Затем оно протягивается через прерыватель накопителя, после чего имеется устройство для его торможения или натяжения перед передачей вокруг разгонных валиков с достаточно небольшим диаметром и барабана подогревателя перед клеильным станком, после чего оно встречается с картоном внизу на входе в гофроагрегат для производства трехслойного картона.

Если нагревательные плиты гофроагрегата для производства трехслойного картона имеют деформацию в поперечном направлении машины (что может произойти, если нижняя поверхность значительно горячее, чем верхняя), кромки картона могут быть смяты. Это легко определить на укладчике, где эффект смятия увеличивается за счет количества листов в стопе.

Затем имеется еще опасность смятия в случае, если нагревательные пластины не выровнены друг с другом; затем в зоне сцепления и на валах подачи на резку; или если подъемные рычаги ленты не опускаются полностью в свои отверстия из-за скопившейся спрессованной грязи.

Современные машины имеют саморегулирующиеся зазоры, не требующие вмешательства, и обычно не вызывают напряжения картона,

достаточного для смятия его. И, конечно, более влажный картон сминается гораздо легче.

Еще одной причиной потери толщины являются падающие гофры, что может быть вызвано протягиванием свежего двухслойного картона через, например, медленнодвигающиеся или стационарные барабаны подогревателя или в любой другой зоне в гофроагрегате для производства трехслойного картона, если нижний слой слишком «липким» проходит через нагревательные пластины, либо верхние или нижний конвейеры работают на разных скоростях в зоне протягивания. Падающие гофры иногда рассматриваются как отдельная проблема качества картона сама по себе, так как они значительно снижают сопротивление плоскостному сжатию картона. Большое значение имеет надлежащее техобслуживание, так же, как и частые проверки отличия фактической толщины картона от заданной.

Справедливости ради следует отметить, что все проблемы на гофроагрегате можно уменьшить при соответствующем понимании и внимательности операторов, контролем за бумагой и подачей крахмала, тщательным предупредительным обслуживанием и ремонтом гофроагрегата и регулярными проверками продукции, выходящей из машины. Все это имеет смысл, так как большинство проблем с картоном оказывают влияние на производительность оборудования дальше по линии и способствуют появлению дорогостоящих отходов с добавленной стоимостью и продукции низкого качества с возможным последующим возвратом от потребителей.

Обработка и удаление отходов в цехе гофротары

Бесперебойное, последовательное и непрерывное управление отходами во всем цехе ведет не только к экономии. Оно также повышает производительность, улучшает качество продукции, обеспечивает чистоту в цехе и сокращает количество рекламаций от потребителей и возврат некачественной продукции. Подавляющее большинство отходов в гофроцехе встречаются или, по крайней мере, появляются в промежутке между поступлением рулонов бумаги в цех и концом гофроагрегата, т.е. на выходе со

стопоукладчика. Влияние гофроагрегата на этом не заканчивается, потому что появление отходов и низкая производительность на участке переработки могут быть вызваны плохим качеством картона. Следует помнить, что отходы в переработке имеют более высокую добавленную стоимость.

Таким образом, хранение рулонов, транспортировка и управление работой гофроагрегата – это основные зоны, определяющие эффективность работы, и для этого требуется надежный персонал. Все работники здесь принимают участие в работе единой команды и должны глубоко осознавать свою роль в сокращении количества отходов.

Склад хранения рулонов и управление рулонами на гофроагрегате

Все повреждения рулонов во время транспортировки или **перемещения после доставки** следует регистрировать и сообщать о них **поставщику**. Затраты на бумагу составляют свыше 50 % средних эксплуатационных затрат цеха и гораздо больше при использовании самонаклада.

Если рулоны не соответствуют спецификациям с точки зрения влажности, толщины бумаги, особенно относительно колебаний показателей по полотну, от них следует отказаться и вернуть или отложить для инспектирования поставщиком.

Захваты внутрицеховых автопогрузчиков и их поддоны следует проверять ежедневно и поддерживать в надлежащем состоянии, все повреждения и острые края немедленно устранять, а водители должны делать все возможное, чтобы уменьшить количество отходов из-за повреждений рулонов. Рулоны следует хранить в закрытом и не слишком холодном помещении. В случае неприменения соответствующих инструментов удаление бандажей может вызвать достаточно глубокое повреждение наружной намотки.

Наружный слой рулона диаметром 1500 мм составляет в длину примерно 4,7 м. Поэтому задачей при подготовке рулона для гофроагрегата является удаление как можно меньше слоев, не допуская подачи поврежденной бумаги в машину. И здесь следует применять **здравый смысл при обучении** персонала

пониманию всей важности данного мероприятия. Например, некоторое повреждение кромки можно, в конечном счете, в любом случае обрезать. Но основная идея здесь заключается в том, что легко вонзить нож и вырезать часть, но при этом следует помнить, что для каждых удаленных пяти слоев бумаги вы выбрасываете свыше 23 м. Поэтому стоит обеспечить каждого оператора на мокрой части одним из новейших пластиковых устройств, при помощи которых в случае необходимости удаляются один или два слоя. Необходимо наладить контроль путем измерения и фиксации удаленных отходов. Еще более нелепа ситуация, когда руководитель испытывает переживания из-за 20 витков бумаги, оставшихся на гильзе при склейке. Они составят чуть более 3 м и позволят избежать обрыва, который бы обошелся гораздо дороже. Отработанные гильзы руководитель легко видит при обходе цеха. Разматывание рулона требует больше усилий, больше вложений, но они, несомненно, стоят этого.

Управление неполными рулонами – другая область, которая чрезмерно напрягает многие цеха. Не все предприятия могут позволить себе полностью компьютеризированную систему управления рулонами, но логическая организация на локальном уровне окупится. Для начала убедитесь, что вы никогда не разгружаете рулон диаметром, меньшим, чем тормоза устройств для установки рулонов (проверьте свой, но, к примеру, 180 мм). Почему? **Потому** что вы не сможете легко перегрузить его, **поэтому** его просто оставляют. Так что планируйте вырабатывать небольшие рулоны полностью либо до минимально возможного количества слоев на гильзе. Не накапливайте слишком много неполных рулонов – проверьте, чтобы они использовались до полных. Воспроизведение «количества метров для выработки этой марки» легко и без затрат доступно на дисплее и более чем окупает себя.

Отходы на мокрой части гофроагрегата

Основными причинами отходов на мокрой части являются пуски, остановки машины, очень медленная скорость или обрывы полотна и перекосы полотна.

При пуске обычно имеется порядка 50 м отходов – передержанный или расслоенный картон. Любой оператор на мокрой части знает, как уменьшить количество этих отходов, но осознает ли он их стоимость?

Следует постоянно объяснять каждому значение экономии отходов на гофроагрегате, принимая во внимание обучение и поставленные задачи, с тем, чтобы весь персонал все время держал это в голове, и эта мысль была отработана до автоматизма при работе и стала объектом постоянного внимания. Автоматические системы управления натяжением и настройки действительно окупаются, также как и эффективный тормоз моста-накопителя и устройства управления, в обеспечении экономии отходов в чистом виде. Также большое значение в поддержании развития любой программы сокращения отходов имеет планово-предупредительное обслуживание машины. Много отходов на мокрой части удаляется на ротационных ножах после гофропресса для производства двухслойного картона. Каждый обрезанный лист стоит не менее \$ 1 или € 1, так что кнопка не должна быть нажата ни на один лишний момент больше, чем это необходимо. Даже тогда, листы, пригодные для возможного использования в будущем (в качестве бумажных прокладок и защитных листов пачки), должны быть отсортированы и уложены отдельно.

Обрезки «хорошего» картона на ротационных ножах или даже образцы, взятые с укладчика для проверки, могут также успешно быть превращены в прокладки или разделительные перегородки после переработки на продольно-резательном станке / рилевочной машине / просекальном станке. Некоторые крупные компании сокращают показатели по своим отходам, продавая такие листы специальным переработчикам, имеющим такое оборудование, и обе стороны выигрывают от такой организации работы.

Другим важным фактором является планирование программы работы гофроагрегата. В идеале, в результате работы должно быть продемонстрировано постепенное увеличение ширины при выработке бумаги, без слишком большого количества значительных скачков по ширине или в марках бумаги. Полностью воспользоваться возможностью автоматической смены формата при существующей непрерывной нагрузке можно при изменении ширины до 250...300 мм. Между тем, гофроагрегат для производства трехслойного гофрокартона не может моментально приспособиться к значительным изменениям в своих потребностях в тепле, так что необходимо также искать возможности рационального перехода с марки на марку.

И снова, что касается планирования и хранения запасов, необходимо вывести баланс между стоимостью обрезных отходов на гофроагрегате и стоимостью оборотного капитала для рулонов, хранящихся на складе. Для первого обычно требуется большая ширина, для последнего – меньшая. Это управленческий расчет, и он также зависит от количества секций резки и камер укладчика, а также от ширины гофроагрегата.

Чем дальше картон продвигается по предприятию, тем выше его стоимость. В начале гофроагрегата имеется стоимость бумаги, крахмала, пара, трудозатрат, амортизация оборудования, эксплуатационные затраты и накладные расходы. Далее добавляются затраты на транспортировку, нанесение печати и отделку. Как уже упоминалось, неудовлетворительное качество картона после гофроагрегата может вызвать увеличение отходов при последующих операциях. Примеры таковы:

- избыточное коробление становится причиной опрокидывания стоп или при транспортировке для дальнейшей переработки, или на складе;
- коробление может замедлить работу предварительных накладчиков и самонаклада;
- оно может вызвать заедание бумаги в печатных или фальцовочных и клеильных станках;

- расслаивание или непрочное сцепление могут вызвать похожие проблемы при переработке.

Другой источник отходов при переработке – отходы, образующиеся при наладке оборудования. Сколько же заготовок должны быть отправлены в отходы прежде, чем печатная или высекальная машина будут полностью настроены? Большое значение в данном случае имеют вспомогательные средства на машине и система автоматизации, а также подготовка персонала.

Регулирование этих факторов при переработке имеет еще более важное значение в случае, когда потребитель требует поставки точного количества продукции. Но потенциальные возможности отходов не заканчиваются отправкой. Возврат неудовлетворительной продукции потребителем содержит еще больше добавленной стоимости и может возникнуть из ряда причин, включая:

- коробление, мешающее четкой работе автоматической сборочной линии и упаковочной линии;
- размеры ящиков за пределами полей допусков;
- ошибки с цветом или шаблонами при печати или их колебания.

К счастью автоматизированные системы не имеют многих ошибок, присущих человеку, и они смогли значительно уменьшить количество ошибок при переработке и возвратов от потребителей, но **качество** картона, хотя значительно более контролируемое, чем в прошлом, до сих пор не является идеальным.

В заключение, на устойчивом рынке ящичного картона регулирование отходов может буквально создать пропасть между коммерческим и финансовым успехом и неудачей. Наиболее важным элементом успешной программы регулирования отходов является абсолютная приверженность руководства этой идее, эффективно переданная всему персоналу для создания благоприятной атмосферы. Эффективные измерительные приборы и средства контроля должны быть настроены, их работу следует часто проверять, а также необходимо организовать обучение персонала в рамках всего предприятия, чтобы понять, а затем свести к минимуму причины появления отходов.

ГЛАВА 15. ТЯЖЕЛЫЙ КАРТОН И КАРТОН С МИКРОГОФРАМИ

Тяжелый картон

В рамках данного раздела весь картон массой 1200 г/м² считается тяжелым. Конечно, множество обычных заводов по производству гофрокартона



Рис.15.1. Тара из дерева и семислойного картона для транспортировки рулонов ткани

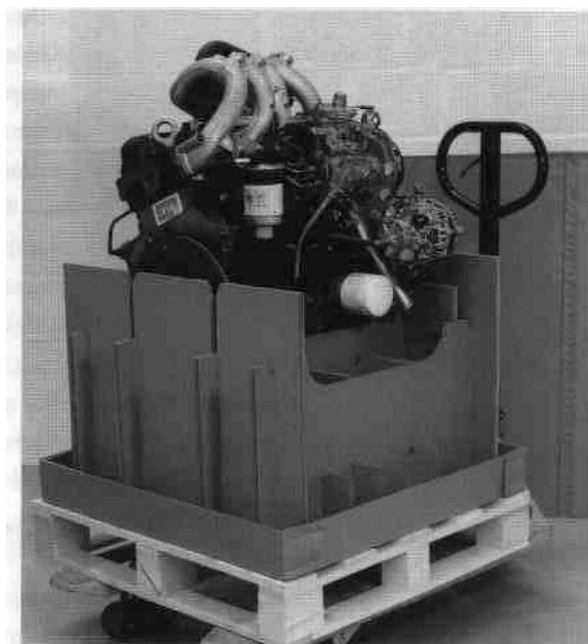


Рис.15.2. Тяжелый дизельный двигатель с гофрированной внутренней опорой и ящиком для транспортировки из семислойного картона

на

рис. 15.1 и 15.2.

вырабатывают более тяжелый картон, но относительно общего производства картона его доля будет небольшая, в то же время он будет самым легким в ассортименте завода, вырабатывающего чисто тяжелый картон.

И, как следствие, многие конструкции ящиков и их применение, о которых хорошо известно на заводе по производству картона с большой массой, будут чужды заводу по производству обычной тары. Тяжелый картон применяется для производства обивочного картона для упаковки, рассчитанного на использование в сочетании с другими материалами, особенно древесины. Он также находит и другое применение, помимо упаковки. Несколько примеров и того, и другого применения представлены

В этом разделе основное внимание концентрируется на оборудовании и его работе для экономически выгодного

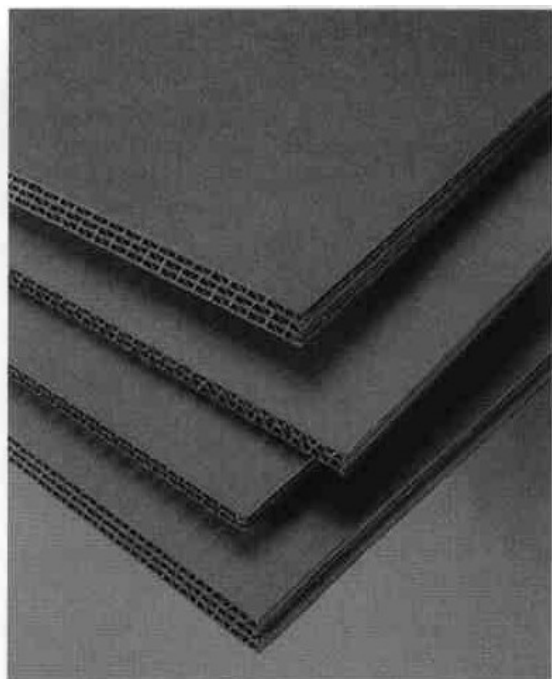


Рис.15.3. Тяжелые картонны

производства высококачественного картона с большой массой на соответствующей скорости на выходе, а не на вопросах его маркетинга и применения. Можно ожидать увидеть крупные гофры на таком агрегате с вероятными *A*, *C* и *B* гофрами, с возможностью использования более крупного гофра, такого как *D* и *K* (рис.15.3). Кроме того, так как значительная доля тяжелого картона продается

в больших листах, в настоящее время с длиной листов до восьми с половиной метров, большее применение могли бы найти гофроагрегаты с большей шириной, о которых говорилось в предыдущих главах. Тяжелый семислойный картон вырабатывается сейчас на таких скоростях, которые бы в 1990-е гг. делали честь операторам традиционных гофроагрегатов для производства двухслойного картона. На машинах с правильно установленными техническими характеристиками более легкий пятислойный картон обычно вырабатывается на скоростях около 250 м/мин, в то время как семислойный может быть произведен при 200 м/мин. Это происходит, благодаря усовершенствованной конструкции агрегата и системы управления, подаче необходимого количества тепла в нужные участки, квалифицированным операторам и хорошему пониманию химического действия крахмала и процесса склейки. Все это позволяет повысить конкурентоспособность гофрокартона на этом сегменте рынка, расширяя сферы его применения. Это самая развивающаяся и доходная сфера производства в отрасли.

Дополнительные барабаны для предварительного нагрева должны быть установлены для обеспечения дополнительного подогрева на каждом отдельном слое. Это также позволяет более тяжелым слоям нагреваться с обеих сторон для повышения прочности сырой склейки двухслойного полотна на высоких рабочих скоростях.

Для более тяжелых, плотных бумаг больше требований предъявляется к некоторым элементам агрегата, что операторы считают само собой разумеющимся. Например, всего лишь несколько, если вообще какая-либо, из

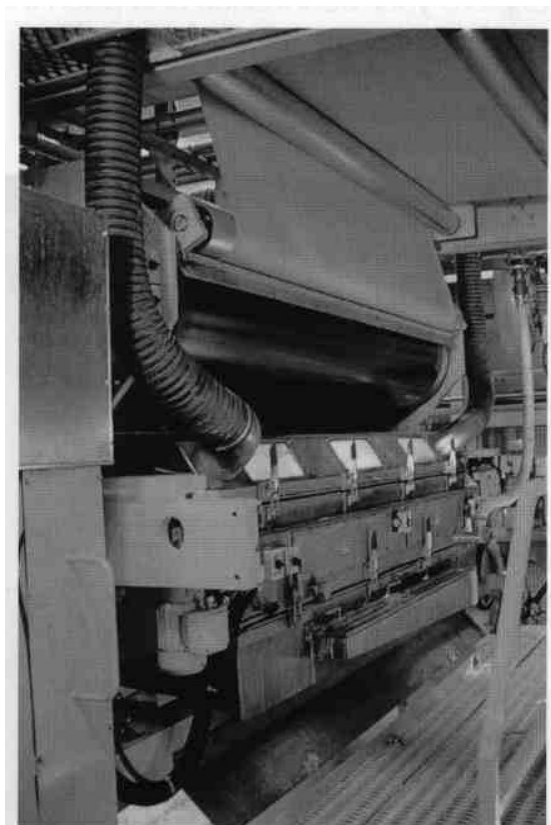


Рис.15.4. Ведущие валы под мостом и намоточные валы на подогревателях

вакуумных планок могут удерживать подготовленную кромку крафт-лайнера массой 440 г/м^2 вокруг вала от соскакивания на устройстве для склеивания швов картона – поэтому требуются надежные механические зажимы.

Значительно более высокий уровень натяжения требуется для регулирования более тяжелых бумаг, поэтому тормоза рулонной шестерни должны иметь более высокие технические характеристики,

а ведущие валы сохранять параллельность и быть правильно

установленными.

Ведущие валы под мостом и намоточные валы на подогревателях должны иметь более жесткую конструкцию, чтобы избежать отклонений, которые вызывают образование участков с провесом в этих менее эластичных бумагах, и большего диаметра для снижения напряжения в многослойном продукте, обходящем их. Один или два оператора даже используют бумагу и картон массой до 800 г/м^2

для применения для специальных нужд на своих гофроагрегатах (рис.15.4).

Регулирование отходов и крахмала

Эффективное склеивание с ровным местом склейки, а не напоминающим хвост, имеет большее, чем обычно, значение для бумаг с большой толщиной, но склейка встык будет даже еще лучше для уменьшения эффекта «бугристости», проходящей через гофроагрегат для производства двухслойного картона и клеильный станок, что может нарушить настройки и стать причиной образования продолжительных отрезков расслоившегося картона. Кроме того, если рассматривать стоимость материалов, каждый квадратный метр отходов, которого удастся избежать, является значительной экономией, поэтому точно синхронизированная склейка и изменение ширины слоя наносимого клея на гофроагрегате для производства двухслойного картона и клеильном станке являются наиболее важными особенностями гофроагрегата для выработки многослойного картона. И, конечно, на таких машинах нет места ручному регулированию объема наносимого клея. Кроме того, прохождение картона со склейкой должно быть синхронизировано с ротационными ножами и резательно-биговальным станком на сушильной части с тем, чтобы все элементы, могущие создать отходы на картоне, были включены в насколько возможно короткий отрезок высекания для отбраковки. Еще более жестким это требование является, особенно относительно системы управления синхронизацией склейки, когда речь идет о семи слоях бумаги, как в случае с семислойным картоном. Значение клеящего вещества для высокопроизводительного процесса нельзя переоценить. Оно может существенно повлиять на рабочую скорость и качество конечного продукта. В случае процесса, при котором должен вырабатываться обычный двухслойный картон в промежутках между производством различных марок тяжелого картона, система подачи крахмала должна быть очень гибкой (равно как и регулирование его нанесения, работы подогревателей и гофропресса), так что следует одобрить выработку небольшой партии.

Каждый завод разрабатывает свой собственный подход при сотрудничестве с одним или более поставщиками крахмала и, найдя систему, которая бы их удовлетворяла, твердо придерживается этих позиций и довольно ревностно охраняет наиболее значимые идеи.

Некоторым из лучших производителей тяжелого картона требуется производить водонепроницаемый картон и/или имеющий свойства влагонепроницаемости. Они используют установки для приготовления небольшого количества крахмала с высоким содержанием твердых веществ, часто влагонепроницаемые смолы-добавки на всех стыках и картофельный крахмал с содержанием до 22 % твердых веществ для верхнего стыкового соединения семислойного картона.

Подогрев

Следует обратить особое внимание на устройство предварительного нагрева перед гофроагрегатом для производства трехслойного картона. Должен быть подогреватель нижнего слоя с обхватами, работающими по скорости, вмонтированными в переднюю часть гофроагрегата (рис. 15.5).



Рис.15.5. Устройство предварительного нагрева

Для семислойного картона должна быть установлена, как минимум, вертикальная подогревательная батарея, состоящая из четырех частей, плюс еще один подогреватель, установленный сверху клеильного станка, либо еще

пять подогревателей в зеркально перевернутом L - образном расположении со строенной батареей, за которой следуют два приподнятых отдельных барабана, расположенных в ряд с триплексом, как показано на *рис. 15.5*. Все барабаны должны быть приводными, с приводами слежения, которые соответствуют линейной скорости, так как любой из них может быть использован для нагревания вершин гофров, и необходимо избежать наклона крупных гофров, что характерно для картона с большой массой.

Перед тем, как они сойдутся в гофроагрегате для производства трехслойного картона, состояние всех составляющих полотен должно быть соответствующим. Это момент, не учтя который, невозможно повысить качество картона; ошибки, которые возникнут дальше по потоку, нельзя будет исправить. Поэтому каждое полотно должно иметь равномерное натяжение по всей ширине; не должно быть никаких мокрых полос и волнообразной поверхности. Гофры должны формироваться равномерно, петли двухслойного полотна на мосте-накопителе должны быть единообразными, и уровень запаса на мосте – постоянным. Тормоза моста-накопителя должны быть прочными и исправными, клей на клеильном станке должен наноситься равномерно в продольном и поперечном направлении полотна и без чрезмерно увеличенных дотирающих действий, которые могут привести к образованию волнообразной поверхности. Для двухслойных полотен не должно быть никаких резких колебаний между клеильным станком и гофроагрегатом для производства трехслойного картона (чтобы избежать эффекта «встретились и разошлись», который может так существенно понизить прочность склеивания конечного продукта).

Пресс для производства трехслойного гофрокартона

При всех современных формах загрузки имеющихся в настоящее время гофроагрегатов для производства трехслойного гофрокартона, включая систему давления воздуха, башмаки и планки, самый лучший тяжелый картон производится благодаря преимуществам линейных нагрузок, предлагаемых давно принятыми и проверенными прижимными валами. Однако, применяемое

быстрое регулирование температуры нагревательных пластин и нагрузки имеют большое значение, и то, и другое присутствует на современных агрегатах. Нижнее сцепление происходит в течение первых нескольких метров трехслойного картона за счет непосредственной передачи тепла от нагревательных пластин через нижний слой.

Верхнее сцепление слоев трехслойного или семислойного картона не так просто. С одной стороны, эти слои не поддерживаются твердой ровной поверхностью, а только рядом вершин гофров снизу. Имеется существенная разница между сцеплением, образованным верхним гофром, когда его вершина совпадает с вершиной нижнего опорного гофра, по сравнению с тем, когда оно попадает на пустое пространство между вершинами, особенно, если в центральном слое имеется определенная доля волнистого картона.

Сопротивление сжатию ящика зависит в значительной степени от качества центральных мест склейки, поэтому они должны быть настолько прочными, насколько возможно. И это действительно было подтверждено применением линейного давления в поперечном направлении машины, которое могут создать только прижимные валы. Здесь также свои преимущества предлагает концепция синхронных гофров.

Вместо напрямую переданного тепла верхняя склейка зависит от пара, поднимающегося от нижнего слоя. По мере конденсации этот пар выделяет скрытую теплоту для поддержания процесса загустевания. Это одна из причин, почему предварительный нагрев имеет такое большое значение перед тем, как полотна войдут в гофроагрегат для производства трехслойного картона. Кроме того, для этого процесса требуется свободный проход пара вверх через картон и в сукно и через ленту конвейера гофроагрегата для производства трехслойного картона, не преграждаемый никаким нисходящим потоком воздуха или нагрузкой по широкому участку. Дальнейшее увеличение скорости и повышение качества можно получить от быстросхватывающихся клеящих веществ.

Не все понимают, как все же **тяжело** приходится **работать гофроагрегату** для производства трехслойного картона, его приводу и конвейеру. Протягивая картон через значительную часть гофроагрегата, оборудование поднимает температуру по всему картону выше 135 °С и удаляет значительную часть воды. Для трехслойного картона 2,5 м шириной С и В гофрами с обычным расходом крахмала при 24 %-м содержании твердых веществ, на скорости 250 м/мин. необходимо выпарить более 2 т воды/ч, захваченных конвейером в виде пара и выделенных в атмосферу. Выбор высоко гигроскопического и толстого сукна (с высокой удерживающей способностью) и хорошее техобслуживание ленты для обеспечения раскрытия волокон, без сомнения, имеют существенное значение, если сукно должно непрерывно эффективно поглощать, а затем выделять так много влаги. На практике часть воды проходит дальше вместе с картоном, затрудняя продольную резку, бигование и поперечную резку, особенно, если конвейерная лента гофроагрегата для производства трехслойного картона забита крахмалом или грязью, или сукно закрывает кромки картона при выработке узких полотен.

К счастью, коробление не является частой проблемой для тяжелого картона. Но когда оно возникает, оно может вызвать проблемы на печатном участке или участке изготовления ящиков, **если** допускается его прохождение через агрегат, и, конечно, этот картон будет представлять собой отходы с высокой добавленной стоимостью, когда его отбракуют.

Перед завершением рассмотрения процессов на мокрой части следует отметить некоторые из интересных разработок, **что** вполне обоснованно называют «Сектор картона с большой массой». Вырабатываются альтернативные варианты сплошному картону, такие, как очень тяжелые лайнеры с очень тонкими гофрами, а в другом месте стандартная клеильная установка используется временами чисто как ламинатор для ламинирования слоев картона без флютинга, и завершается процесс на производстве трехслойного картона и сушильной части.

Конечно, эти специальные процессы, хотя и осуществляются на стандартном оборудовании, подразумевают специальные виды работ, и особое внимание снова обращается на состав крахмала. Вместе с множеством вырабатываемых в настоящее время профилей гофров и комбинаций и легкостью смены гофров на гофропрессе для производства двухслойного картона кассетного типа, сферы применения и рынок специальной гофропродукции постоянно расширяются.

Сушильная часть

На сушильной части гофроагрегата для выработки тяжелого картона дополнительные требования диктуются, в основном, более мощными, чем обычно, силами, необходимыми для поперечной резки, резки в продольном направлении или бигования полотна, а также большей толщиной материала, который разрезается и подается в укладчик.

Поперечная ротационная резка требует прочных устройств и **хорошего** принудительного включения ножей на протяжении всего обреза. В ротационных ножах предпочтение отдается сдвоенным ножам для обеспечения чистого отрезания и качественных кромок.

Резка должна соответствовать обоим дополнительным требованиям, указанным выше – толщине и массе картона для резки. Если предположить, что устройство имеет прочную конструкцию, масса будет управляема, но толщина листа картона требует внимания к регулированию привода ножа. Лезвие ножа входит в контакт с картоном на значительно более продолжительный **отрезок движения** картона при резке большей толщины. Например, для картона массой 450 г/м^2 с *В* гофрами (около 3,4 мм толщиной) лезвия находятся в зацеплении около 3,2 мм движения картона в любой точке поперек полотна, в то время как для семислойного картона массой $2\,000 \text{ г/м}^2$ (около 16 мм толщиной) протяженность контакта свыше 92 мм.

Для обеспечения чистого обреза без «зацеplений» или обрывов кромок частота вращения барабана ножа должна меняться, чтобы гарантировать движение лезвия почти на такой же скорости, что и движение картона,

т.е. на постоянной линейной скорости, в то время как ножи установлены по окружности. Ясно, что чем толще картон, тем труднее этого достигнуть, и если соблюдение этого требования необходимо, попробуйте добиться этого, принимая в расчет пружину на лезвии ножа. Пружина обеспечивает постепенный ножницеобразный разрез поперек картона, чтобы избежать сильных ударных нагрузок и шума.

На резке могут возникнуть другие сложности, когда потребуется обрезать ровно картон в широком диапазоне марок. Например, нередко нож устанавливается для резки картона самой большой массы совершенно точно. Но когда вырабатывается двухслойный картон или любая другая легкая марка, основа для гофрирования, к удивлению многих, не обрезается ровно, и видны оборванные хвосты флютинга поперек части полотна. Такие проблемы не могут быть устранены только переустановкой ножей. Их довольно легко разрешить, но для этого требуется понимание производителем физических свойств ножа и картона.

Продольная резка и рилевание проще. Прочность опоры для рилевальных инструментов является здесь важным фактором, так как давления на рилевальных станках очень высокие. Для того, чтобы облегчить позже сгибание клапанов при закрывании ящиков и приспособиться к толщине бумаги, для тяжелого картона обычно применяется рилевание по пяти точкам. Сила рилевания, необходимая для этой более широкой и обычно более глубокой оснастки, значительно выше, чем обычная, и резательно-биговальный станок должен иметь достаточно жесткую конструкцию, чтобы избегать дефектов **по краям** картона и **по центру**.

Продольная резка картона большой толщины всегда вызывала проблемы, давая разрушение кромок и эффект «гусиных лапок», а именно, до появления одинарного тонкого высокоскоростного дискового ножа в конце 1980-х гг. Эта система обеспечивает действительно чистый продольный разрез без какого-либо разрушения кромки и с меньшим образованием пыли на резательно-биговальном станке. И это должно быть настоящим

требованием к каждому, кто производит в настоящее время многослойный гофрокартон большой массы (рис.15.6).

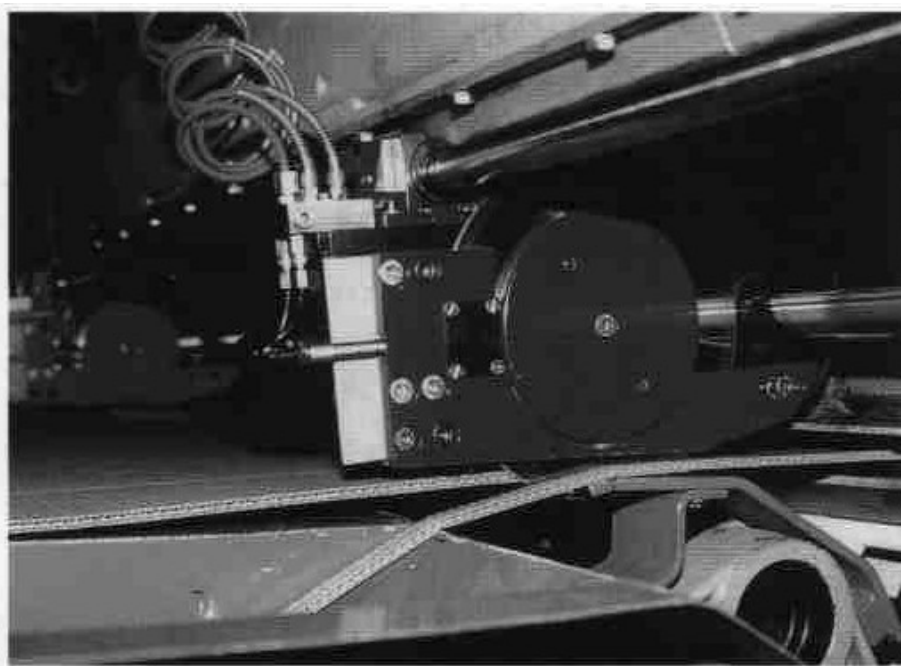


Рис. 15.6. Продольная резка

Различные разработки увеличили срок службы ножей (обычно до свыше 15 млн пог. м) и ускорили процесс смены ножей в случае повреждения (менее 2 мин). Для широкого диапазона разновидностей картона скорость ножей должна быть регулируемой.

Достаточное расстояние между оборудованием на сушильной части уменьшает углы отклонения картона по мере его отведения в верхние и нижние секции резки, с тем, чтобы не повредить его. К положительным моментам относится то, что для тяжелого картона не существует тех же самых, что и для легковесного картона, проблем с регулированием полотна, которое может быть более склонным к колебаниям в поперечном направлении и может выйти из-под контроля при смене формата, если возникнет попадание воздуха под переднюю кромку на высокой скорости.

И наконец, укладчик должен справляться, как правило, с большими по размеру, более тяжелыми листами картона, которые образуют стопы очень быстро благодаря их толщине. Время смены стоп, поэтому, все же имеет значение, так же как и вопрос транспортировки иногда огромных листов

картона с гофроагрегата. Здесь идеально подходит укладчик с верхней загрузкой, который формирует стопы на уровне напольного конвейера. Его преимуществами являются простота, доступность для оператора и его безопасность, а также очень короткий период смены стопы. Его также можно построить таким, что он сможет принимать крайне длинные листы, до 8,5 м. Для погрузки таких стоп на автомобиль для перевозки не достаточно одного погрузчика с вилочным захватом! Такие листы отправляются как листовой картон, так как самые широкие машины для переработки достигают в ширину примерно 5 м.



Рис.15.7. Восьмиугольный контейнер на поддоне для хранения насыпных продуктов

На *рис. 15.7* восьмиугольный контейнер на поддоне для хранения насыпных продуктов – порошков, гранул или жидкостей.

Большинство пользователей тяжелого картона – государственные и военные склады, а также химические компании, которым требуется переправлять в насыпном виде гранулы, порошки или жидкости, в то же время имеются случаи весьма необычного применения, такие как срочная выброска грузов с самолёта, временное жилище, гробы, укрытие для полярных экспедиций и многие другие, которые применяет специальную обработку слоев картона и иногда флутинга, что также добавляет требований при производстве, о которых говорилось в этом разделе. Эти требования удовлетворяются, имеется оборудование и технологии, которые бы гарантировали дальнейшую конкурентоспособность, имеются стандарты качества для расширения границ применения тяжелого гофрокартона. И, наконец, говоря о картоне большой плотности, во Франции имеется гофроагрегат для производства девятислойного картона. Что дальше?

Микрогофрокартон

После довольно подробного рассмотрения картона большой массы, тема микрогофрокартона, являясь относительным новичком на нашей «сцене», не получит подобного анализа. Очевидно, что основными его **характеристиками** является то, что этот вид продукции легче, тоньше и менее жесткий, чем обычный картон. Также в нем значительно больше гофров на метр. Основным требованием является безупречная поверхность для нанесения печати, так как значительная часть предназначена для тех сфер применения, где они могут конкурировать непосредственно со сплошным картоном или картоном для складных коробок (рис.15.8). Основными трудностями, с которыми встречаются производители при выработке микрогофрокартона, являются:

- частое желание производителей использовать бумагу с такой малой плотностью, которую ранее невозможно было **вообразить**;
- значительно более густой крахмал;
- очень маленькие каналы для выхода пара и влаги вдоль гофров;
- конечный продукт на сушильной части, являющийся более «гибким» по сравнению с «обычным» гофрированным, требующий специального оборудования для транспортировки, более похожий на ящичный картон;
- более тяжелые стопы и большее количество листов в стопе;
- погоня за высококачественной печатной поверхностью.

Поставщики оборудования и операторы, которые в конце 1990-х гг. Как только **начали свое обучение**, когда использовали самый тонкий



гофрированный профиль, разрешали эти проблемы с большим успехом.

Стремление к бумаге самого легкого из когда-либо производимого веса становится общепринятым, по крайней мере, для настоящего

Рис.15.8. Упаковка
из микрогофрокартона

времени, находясь в противоречии с ящичным картоном с поверхностью, предназначенной для нанесения печати. Это привело к разработке еще более мелких гофров (G_2 , N и O , например), что позволило применять более тяжелые слои хотя бы на печатной стороне, при этом получающийся картон не мог достигать такой толщины, чтобы его можно было перерабатывать на стандартном перерабатывающем оборудовании. Экономия 30 - 40 % в содержании волокна, тем не менее, достижима, и по-прежнему возможным является дальнейшее сокращение расколов волокна за счет разработки материалов или процессов.

Так как в этом пособии рассматривается, главным образом, гофроагрегат, мы рассмотрим те участки машины, на которые особое внимание следует обратить при выработке микрогофрокартона.

Общий принцип таков, что бумаги с легким весом более склонны к растяжению под натяжением, так что регулировка каждого вала или поверхности, через которые проходит картон, является решающим для качества конечной продукции, а это означает более жесткие, чем обычно, требования к техобслуживанию. Задача, конечно, заключается в обеспечении равномерного натяжения в поперечном направлении полотна, а для этого валы с компенсацией натяжения имеют важное значение как окончательная гарантия.

Ровнительные валики могут потребоваться для «разглаживания» бумаги перед входом в основное технологическое оборудование. Это подразумевает применение бомбированных, или изогнутых валиков (типа разгонного валика *Mount Hope*), или еще каких-либо цилиндрических валиков с **противоположно расположенной** спиральной канавкой или канавкой с крупной винтовой нарезкой, выточенной на поверхности, так что натяжение бумаги ослабевает от центра к внешним краям для устранения «неровностей поверхности».

На гофропрессе для производства двухслойного картона и клеильном станке клеильный механизм должен быть ультраточным и, находиться

в хорошем техническом состоянии, и ввиду того, что будут применяться типы крахмала с высоким содержанием твердых веществ, ограничивать количество избыточной жидкости, наносимой на каждый из многочисленных гофров, с крохотными каналами для отвода жидкости.

Температура загустевания крахмала может быть ниже, и меньше тепла может подаваться в зону гофроагрегата для производства двухслойного картона на сушильной части. Гофроагрегат для производства трехслойного картона настраивается лучше для получения нарастающей температуры по мере продвижения по нему гофрокартона, в отличие от традиционного производства.

Как уже отмечалось, картон, выходящий из гофроагрегата для производства трехслойного картона, достаточно «гибкий», частично из-за более легкой структуры, а также из-за того, что гораздо более мелкие гофры имеют значительно меньшую жесткость, чем обычные гофры, как в продольном, так и поперечном направлениях картона.

Так, на ротационных ножах были приняты меры для ускорения удаления разрезанных листов в сторону и направления продукта на стопу отбраковки, чтобы не позволить ему заворачиваться и вызывать возможное загромождение.

Также большое значение имеет контроль за вхождением полотна в резательно-биговальный станок, его прохождением через него, а также через резку на укладчик. Качество представления пачки ящичного картона, в целом, гораздо выше, чем гофрированного, и чтобы последний **мог** конкурировать, необходимо создать преимущества. Некоторые производители, занимающие особо благоприятное положение на рынке, получили прибыль от передачи небольших стоп от гофроагрегата на сталкиватель с устройством для раздува и повторного переукладывания стоп для получения ожидаемого качества. Микрогофрокартон укрепился как действительный конкурент коробочному картону и сплошному картону, при этом дополнительно установив новые рыночные возможности для **точек** продажи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Пиннингтон Т. Гофроиндустрия. В поисках совершенства. - Киев: ТМТ Медиа Групп, 2012. – 493 с. (T. Pinnington. The Corrugated Industry. In Pursuit of Excellence).

Комаров В.И. Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов. – Архангельск: АГТУ, 2002. – 440 с.

Кирван М. Дж. Упаковка на основе бумаги и картона/- СПб.: Профессия, 2008. - 488 с.

Технология целлюлозно-бумажного производства. Т.І. Часть 1. Сырье и производство полуфабрикатов: справочные материалы/ – СПб.: Политехника, 2002. – 432 с.

Технология целлюлозно-бумажного производства. Т.І. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч.2. Производство полуфабрикатов: справочные материалы/ – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.

Технология целлюлозно-бумажного производства. Т.ІІ. Производство бумаги и картона. Ч.1. Технология производства и обработки бумаги и картона/ – СПб.: Политехника, 2005. – 423 с.

Фляте Д.М. Свойства бумаги. - Изд. 4-е, испр. и доп. - СПб.: НПО «Мир и семья-95», ООО «Интерлайн», 1999. – 384 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 11. [ПАРОКОНДЕНСАНТНАЯ СИСТЕМА ГОФРОАГРЕГАТА](#)5

ГЛАВА 12. [СУШИЛЬНАЯ ЧАСТЬ ГОФРОАГРЕГАТА](#)18

ГЛАВА 13. [СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ГОФРОАГРЕГАТА](#)52

ГЛАВА 14. [РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТХОДОВ](#)65

ГЛАВА 15. [ТЯЖЕЛЫЙ КАРТОН И КАРТОН С МИКРОГОФРАМИ](#)86

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК](#)101

Основы теории.....	5
Неконденсируемые газы.....	7
Подача пара на гофроагрегат.....	7
Бойлер.....	8
Нагревательная секция второй склейки.....	15
Параллельное соединение.....	16
Безостановочное производство.....	18
Ротационная резка.....	18
Прикладывание отрывной ленты.....	20
Продольно-резательная машина (слоттер).....	20
Рилевание.....	21
Профили рилевки.....	22
Рилевочные головки.....	24
Продольная резка.....	26
Обрезка кромки.....	28
Чистка полотна.....	30
Тяжелый картон.....	86
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	103

Александр Семенович Смолин
Валерий Иванович Комаров
Владимир Климентьевич Дубовый
Владимир Иванович Белоглазов

ТЕХНОЛОГИЯ ГОФРОКАРТОНА

Учебное пособие

Часть III

Редактор и корректор Н.П. Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2014, поз. 49

Подп. к печати 30.04.14.	Формат 60 × 84/16.	Бумага тип №1.
Печать офсетная.	Уч.- изд.л. 6,75.	Усл. печ.л. 6,75.
Тираж 300 экз.	Изд. №49. Цена «С».	Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4