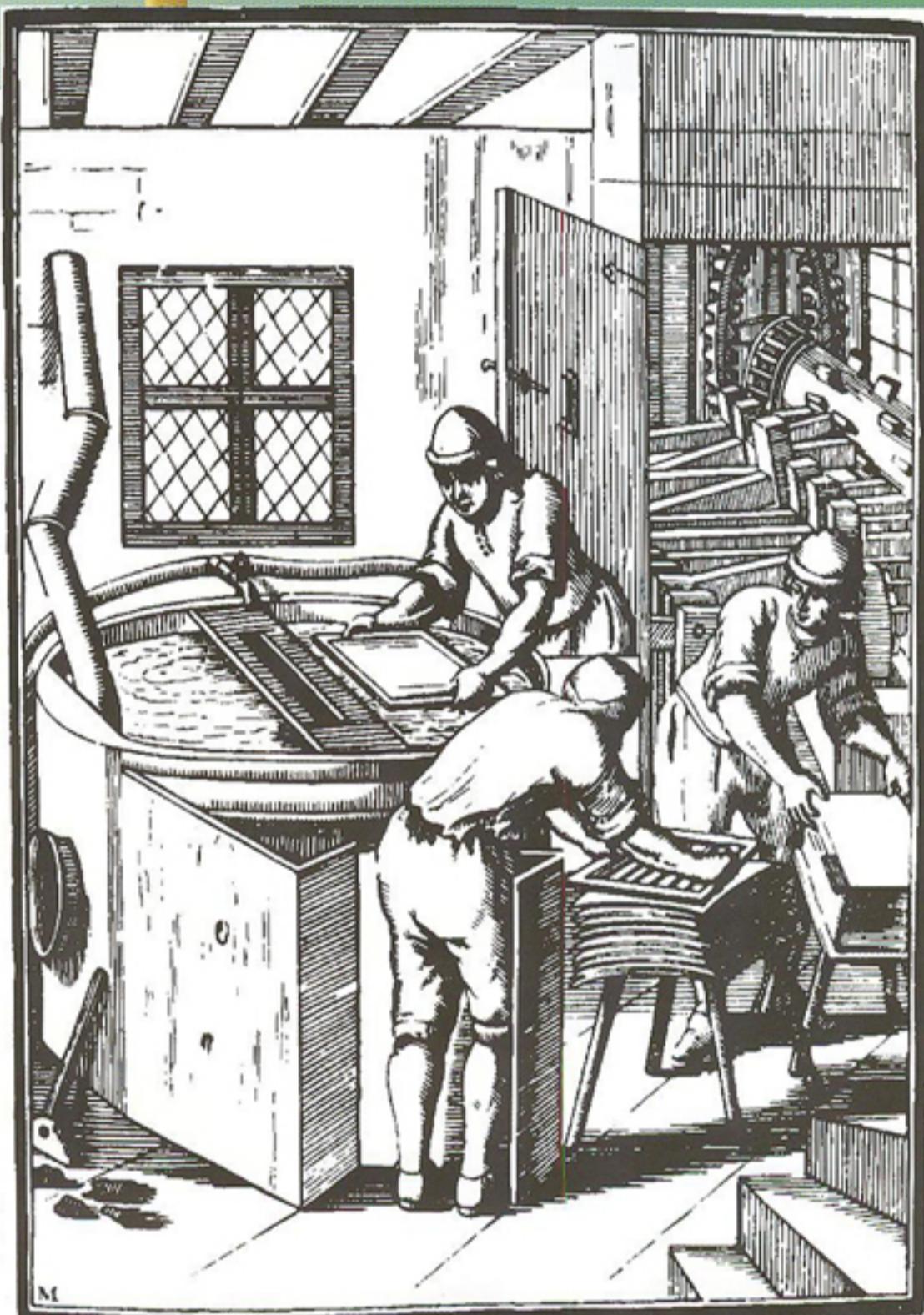


Михаил ОСТРЕРОВ,
руководитель направления защиты
от подделок в области бумажного
производства Дирекции по защитным
технологиям ФГУП «Гознак»

**В последние
десятилетия
в производстве
банкнотной
бумаги
произошли
масштабные
перемены**



«Полный процесс
производства бумаги».
Гравюра. XVII в.

**Производство бумаги:
Эволюция все
стремительнее**

стр. 0000017

И

стория развития технологии производства бумаги имеет ясно прослеживающуюся тенденцию ускорения происходящих преобразований. В этом материале сделана попытка на основе обобщения литературных данных и опыта производства отследить основные изменения в технологии, технике и используемой полуфабрикатной базе, происходившие в производстве бумаги от момента ее документально подтвержденного изобретения на рубеже I и II веков нашей эры до настоящего времени.

Особое внимание уделено развитию производства банкнотной бумаги.

ПЯТЬ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ

Выделены пять этапов развития производства бумаги на протяжении ее двухтысячелетней истории (см. таблицу). Первые два этапа охватывают период распространения производства бумаги от Китая и Восточной Азии до Африки. Третий, средневековый – период освоения производства бумаги в Европе. Наконец, два последних периода – с XVIII века по наши дни – это машинное производство.

Первые три этапа, охватывающие ручной способ производства бумаги, базировавшийся на индивидуальном или мелкоцеховом ручном производстве, заняли в этой хронологии шестнадцать веков. Сложная технология производства бумаги очень неспешно изменялась с переходом от преимущественно механической подготовки волокнистых полуфабрикатов к химическому воздействию с использованием химических добавок для проклейки бумаги, повышения связности структуры бумаги. Техника отлива от простейшего массного чана и сита для формования бумажного листа постепенно совершала переход к толчее для обработки волокнистой массы и, далее, к бумажной мельнице, использующей силу ветра и воды, и наконец к бумажной фабрике. Словно человечество копило силы для какого-то трудного действия. ▲

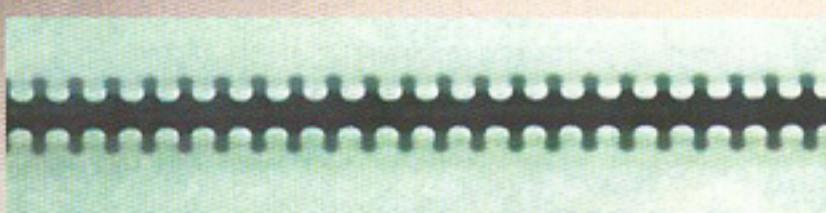
Рис. 1 – 4. Некоторые виды защитных нитей (вид в бумаге на просвет)



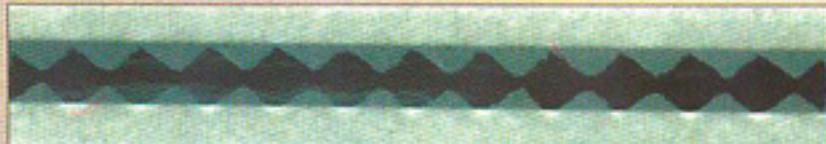
Встроенная, скрытая



Оконная



С фигурной кромкой



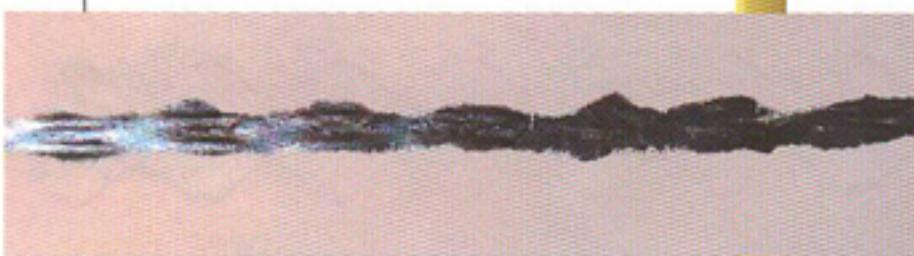
С визуальным образом

Временной период	I – VII век Китайский, восточно-азиатский период	С VIII века Арабско-мавританский период	С XII века Средневековый период	XVIII – XIX века Период машинного производства	С XX века Современный период
Характеристика технологии производства	Ручной полистный отлив. Мастер-одиночка. Масса готовится механическим способом (до V века). Проклейка пшеничным крахмалом	Ручной полистный отлив. Коллективное производство с пооперационным разделением труда. Масса предварительно обрабатывается химическим способом. Проклейка пшеничным крахмалом	Ручной полистный отлив. Бумажная мельница. Коллективное производство с пооперационным разделением труда. Масса предварительно обрабатывается химическим способом. Проклейка животным клем	Машинное производство непрерывного бумажного полотна (с 1803 г.). Бумажные фабрики. Смоляная массовая проклейка	Комплексность химической и механической переработки древесины. Интенсификация, автоматизация процессов. Укрупнение капитала и производства. Экологическая направленность. Бесхлорная отбелка целлюлозы
Характеристика техники	Чан и сито ручного отлива	Чан и сито ручного отлива. Толчёй для измельчения волокон вручную	Бумажная мельница. Использование силы ветра, воды. Толчёй с механическим приводом от водяного колеса или ветряной мельницы для измельчения волокон	Бумагоделательная машина: ширина до 5 м, скорость до 200 м/мин. Ролл для размола волокон. Дефибрер. Различные способы варки древесной целлюлозы. Паровые машины. Электричество	Бумагоделательная машина: ширина до 12 м, скорость до 3000 м/мин. Различные способы интенсивного производства древесной массы
Преимущественно используемое сырье	Преобладание лубяных волокон: бамбуковое дерево, шелковица, обрезки растительного шелка	Преобладание бумаги из тряпья: пенька, лен, смесь с тряпьем	Тряпье, природные волокна хлопка, льна, пеньки.	Тряпье, природные волокна хлопка, льна, пеньки. Массовое использование дефибрерной древесной массы и древесной целлюлозы	Широкий ассортимент видов древесной целлюлозы, различные виды древесной массы. Массовое использование плантационной древесины. Возрастающее использование минеральных пигментов и связующих

И действительно, в XIX и особенно в XX веке, на базе машинного производства в относительно короткий временной период произошли перемены, преобразившие производство бумаги, сделавшие этот материал массовым, широко используемым в качестве носителя информации в традиционной полиграфии, а со второй половины XX века – в оперативной полиграфии. Невероятно расширились сферы использования бумаги в быту, технике, строительстве, медицине и других областях. Современная жизнь немыслима без бумаги как отделочного материала в строительстве, как упаковочного материала, как основы ряда санитарно-гигиенических изделий и т. д. и т. п. Появилось множество новых специальных видов бумаги различного назначения: самоклеящихся, термо чувствительных, фильтровальных и т. д.

Масштабные изменения произошли в последние десятилетия также в производстве банкнотной бумаги. Новейшая история производства банкнотной бумаги началась, пожалуй, с создания технологии двухслойного формования с коротким формером (автором которой стала фирма «Dorris», вошедшая с 1966 года в состав крупнейшей немецкой машиностроительной компании Voith), радикально увеличилась скорость производства

Рис.5.
Защитная нить с нерегулярным фигуриным образом



банкнотной бумаги — она превысила 100 м/мин.

Быстрота перемен коснулась и защитных признаков бумаги. Пожалуй, один только водяной знак, который находят в бумаге, изготовленной в глубокой древности, сохранил свое значение до наших дней и продолжает удивлять новыми возможностями как с точки зрения эстетической, так и новыми защитными свойствами.

Новации в производстве банкнотной бумаги происходят в двух главных направлениях, связанных с ее потребительскими свойствами:

- развитие элементов защиты от подделок;
- совершенствование потребительских свойств: устойчивости к загрязнениям, износостойчивости.

Одно из важных направлений — использование в производстве бумаги широких полимерных полос.

Узкие полимерные полосы, ширина которых существенно меньше размеров изделий, — защитные нити — давно используются в производстве защищенной полиграфической продукции. Они используются как визуальные и машиночитаемые защитные признаки, неся на себе видимую или машиносчитываемую информацию, а также, в специальных случаях, для упрочнения изделий (например, при введении их по кромке).

Желание увеличить информационную емкость этого защитного элемента, а также затруднить его подделку постепенно ведет к увеличению ширины защитных нитей, к усложнению характера их взаимодействия с бумагой, к увеличению их видимой поверхности и повышению разнообразия визуальных эффектов, связанных с нитями (полимерными полосами).

На рис. 1–4 показаны различные виды защитных нитей: скрытая, классическая оконная, защитная нить с регулярным визуальным образом (ее еще называют нитью с фигурным окном) — этот признак запатентован «Гознаком» и на зарубежном рынке известен как VFI (Visual Figure Image), защитная нить с регулярным фигурированием образом — «фигурным окном». Если форма окна не имеет регулярного характера (это тоже возможно), то фигурирование называется «нерегу-

лярным фигурированием» (рис. 5). К новшествам, появившимся совсем недавно, относится защитный элемент «Сквозное окно», который представляет собой полимерную полосу шириной до 18 мм, встроенную в бумагу при ее отливе на бумагоделательной машине, локально не закрытую бумагой (рис. 6, 7).

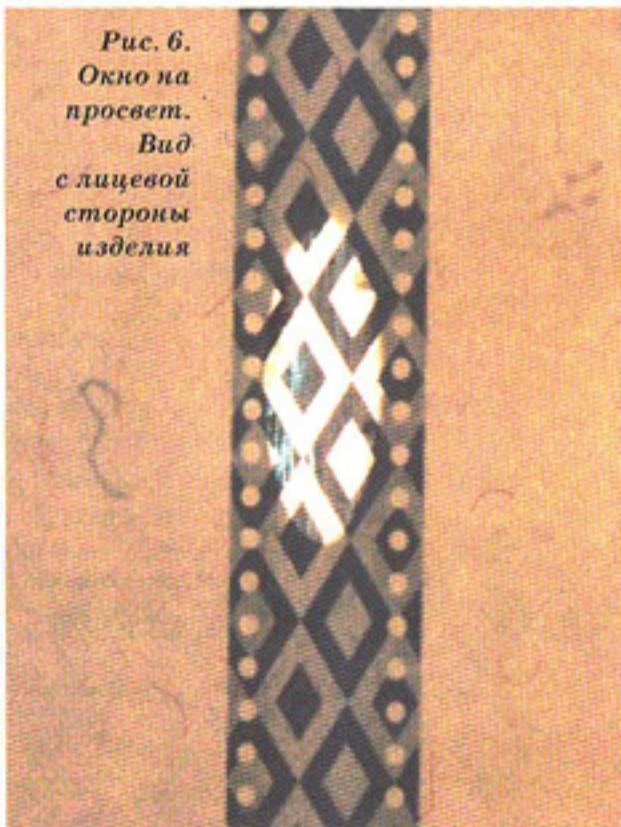
Учитывая, насколько важно для успешной работы на рынке иметь возможности оперативно вносить изменения в дизайн и защитные свойства изделий, особый вес получили технологии, позволяющие это делать. Хорошим примером технологии, позволяющей предложить изготовителю на выбор несколько вариантов дизайнерских решений, является технология производства бумаги с фигурированием окном (с регулярным фигурированием, известная под аббревиатурой «VFI», или с нерегулярным фигурированием) и технология получения бумаги со сквозным окном. Разнообразие вариантов здесь обеспечивается по двум направлениям:

— по многообразию формы визуального образа, образующегося бумажной массой на поверхности защитной нити;

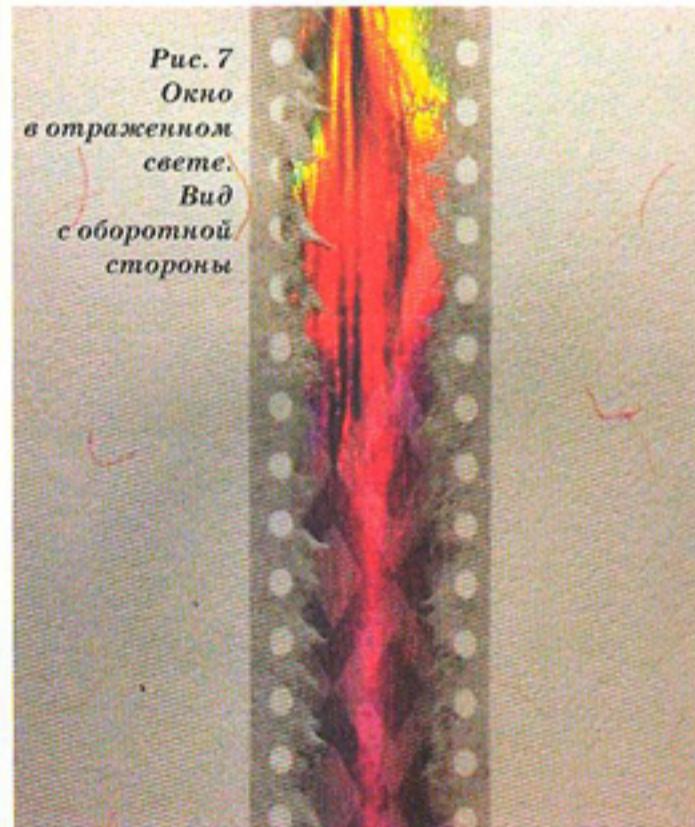
— по многообразию визуальных элементов на защитной нити, видимых в отраженном свете, видимых в проходящем свете, а также скрытых признаков, визуализирующихся при определенных условиях наблюдения.

Кроме многообразия формы окон, дополнительные вариативные возможности дает и возможность варьирования количества окон на банкноте.

*Рис. 6.
Окно на
просвет.
Вид
с лицевой
стороны
изделия*



*Рис. 7
Окно
в отраженном
свете.
Вид
с оборотной
стороны*



*Рис. 8
Окно в бумаге.
В отраженном
свете*



БУМАГА МЕНЯЕТ СВОЙСТВА

Использование широких полимерных материалов, занимающих все большую площадь поверхности на изделиях, требует решения новых задач:

- подбора и подготовки полимерного материала, помимо того что несущего на себе визуальную или машиночитаемую информацию, хорошо сочетающегося с бумагой; организации производства такого рода материала;
- разработки, оснащения и освоения дополнительного оборудования для производства бумаги в сочетании с широкими полимерными включениями;
- оптимизации печатно-технологических свойств бумаги с полимерными полосами и освоения технологии печати и послепечатной обработки бумаги.

Целый ряд задач решается впервые, некоторые из них уникальны и для мировой практики производства бумаги и требуют по-настоящему творческого подхода к их решению. Материал полимерных полос, например, должен по возможности гармонично сочетаться с бумагой. А как это сделать, когда деформационные (поведение при внешних нагрузках), сорбционные (взаимодействие с жидкими средами), адгезионные и другие свойства полизэфирных полимеров, из которых производятся полимерные полосы, существенно отличаются от характеристик, свойственных бумажному полотну? Эту задачу решает отдел визуальных видов защиты Научно-исследовательского института «Гознака» совместно с соисполнителем – Научно-производственным объединением «Криптен» при самом активном участии специалистов бумажных и печатных фабрик.

Многие защитные элементы бумаги приводят к существенному изменению ее печатно-технологических свойств. Использование оконной нити, например, привело к возникновению локального утолщения структуры бумаги по месту расположения нитей и к возникновению затруднений при разрезке ввиду высокой твердости бумажных стоп по месту нитей. Для адаптации процессов печати и обработки бумаги и печатных полуфабрикатов к изменившимся параметрам бумаги пришлось корректировать условия подачи бумаги в печатных машинах, подбирать ножевые элементы с новыми характеристиками. Дальнейшее увеличение ширины защитных нитей с 2 до 4–5 мм (в элементе защиты «регулярный образ») и применение полос шириной выше 10 мм в элементе защиты «окно» сопряжены со значительными локальными изменениями упруго-пластических свойств композиционного материала бумага-полимер. Бумага – более жесткий материал, с более высоким модулем упругости, полимерные полосовые включения более эластичны. Для того чтобы такой материал, состоящий из столь разнородных материалов, в процессе печати вел себя как единое устойчивое целое, предпринимаются усилия как со стороны управления свойствами полимерных полос, так и со стороны модификации технологии бумаги. Однако этого недостаточ-

стр. 0000021

Производство бумаги: эволюция все стремительнее



но. Опыт печати и послепечатной обработки запечатанной бумаги показывает, что необходимо осознанное и творческое отношение печатников к материалам с изменяющимися свойствами.

Особенности печатно-технологических свойств проявляются при деформационных воздействиях на бумагу в процессе печати и в процессе дальнейшей обработки, и в готовых изделиях, что особенно проявляется при изменении влажности воздуха. Кстати, эта бумага более чувствительна к параметру стабильности влагосодержания воздуха и его температуры при переработке бумаги в полиграфии. При работе с этой бумагой требуется настройка/перенастройка оборудования.

Полимерные полосы относятся к невпитывающим краски материалам. На приложенную к бумажному листу внешнюю нагрузку участки с полимерными полосами реагируют особенным образом благодаря своей повышенной эластичности.

В освоении печатной продукции на новых материалах роль полиграфистов возрастает настолько, насколько этот материал по своим печатно-технологическим характеристикам отличается от стандартного.

БОРЬБА ЗА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Постоянные новации происходят и в той части свойств бумаги, которые определяют длительность жизненного цикла банкнот: грязестойкость и износостойчивость.

Первые полимерные банкноты были введены в обращение в 1983 году в Коста-Рике, на Гаити и на острове Мэн.

В 1988 году первые банкноты на полимерной плен-

ке – двуслоиориентированном полипропилене – былипущены в обращение Резервным банком Австралии. В 1996 году все номиналы банкнот в стране были переведены на полимерную основу. За минувшее время только Новая Зеландия и Румыния последовали примеру Австралии и перешли на полимерные купюры. Несколько стран делали пробные запуски полимерных банкнот в денежное обращение и впоследствии отказывались от них.

Испытывая определенную конкуренцию со стороны производителей банкнот на полимерной основе, которые уже опробованы на практике в более чем 25 странах, производители банкнотной бумаги интенсивно внедряют полимерные компоненты в производство бумаги. Использование полимерных химических добавок происходит как на стадии подготовки растительной бумажной массы, так и на стадиях производства бумаги на бумагоделательной машине и при ее обработке вне бумагоделательной машины. Новации в области повышения срока службы изделий – предмет интенсивной работы всех производителей бумаги и банкнот.

Технологические решения «Гознака» по повышению длительности обращения банкнот имеют два принципиальных направления:

- нанесение полимерных покрытий на банкноты после процесса печати;
- изготовление грязестойкой, или износостойчивой, или соединяющей эти качества бумаги.

Часть из этих решений реализована в модифицированных банкнотах Банка России. В них для повышения износостойчивости использованы специальная подготовка исходного хлопкового волокна и элемент упрочнения кромки «железная рамка», позволяющий увеличивать удельную массу кромки изделия.