



# Лекція 2

# Основні поліграфічні матеріали

1906



## Глиняні таблички

У кінці четвертого і в третьому тисячолітті до нашої ери народи, що жили на території Месопотамії (сучасна територія Іраку і Ірану) починають використати для запису інформації невеликі таблички, зроблені з глини. На вологих глиняних таблицях гострою паличкою (стилиусом) наносили символи, після чого табличка висушувалася на сонці для надання їй міцності. Такий спосіб збереження інформації дістав назву клинопису.

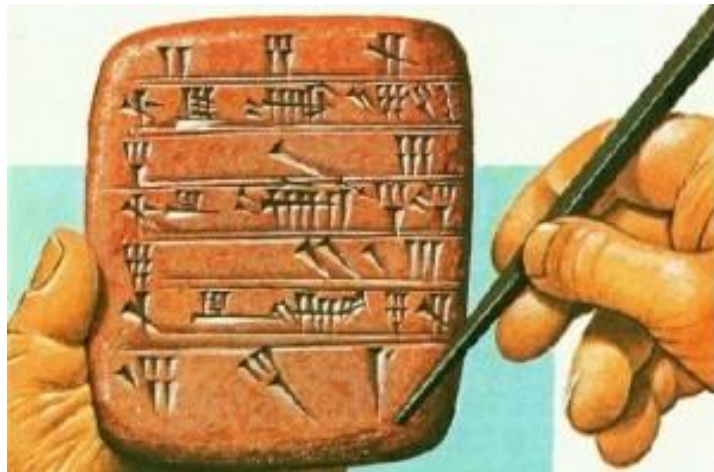


Рисунок 1 - Глиняна табличка

Родоначальником клинопису є Шумерська цивілізація, пізніше клинопис перейняли Вавілонська і Ассірійська цивілізації. Спочатку шумерський клинопис був піктографічний, тобто була малюнками, де кожен

рисунок відбивав певний об'єкт. Піктографічна система була громіздкою і незручною і поступово спростилася до знаків, які є ідеями. Наприклад, знак для зірки міг також використовуватися як символ неба або бога.

Наступним великим кроком в спрощенні була розробка фонетичної системи, в якій символи або знаки використовуються для представлення звуку. З фонетичною системою книжники змогли представляти слова, для яких немає зображень (об'єктів), що дозволило письмове вираження абстрактних ідей. У пізніх стадіях шумерської писемності налічувалося близько 600 знаків, які використовувалися на регулярній основі.

Шумери використали писемність головним чином для ведення господарського обліку. Дуже поширені записи про повсякденне життя: облік худоби, виробничі показники, перелік податків, рахунків, контрактів і інших аспектів організації життя в суспільстві. Іншою великою групою є збірки основних текстів, використовувані для підготовки подальших поколінь книжників. До 2500 р. до нашої ери вже існують школи, призначені для цієї мети.

Поступово Шумерська цивілізація прийшла до занепаду, і шумерська мова перестала бути розмовною. Проте система листа була перейнята іншими народами, що говорять на аккадском діалекті, і використовувалася цілим рядом народів аж до 1 століття до н.е. Вавілоняни і Ассирійці також використали клинописні лист, і писали не лише на своїх мовах, але і на шумерському. Шумерський став мовою літератури і науки, як багато пізніше в Європі латинь. До цього періоду відноситься створення значних літературних творів, кодифікації законів( Кодекс Хаммурапі) і перших в історії бібліотек.

Одній з найвідоміших історій, описаною в глиняних табличках з Месопотамії являється епос про Гільгамеша, який уперше з'являється приблизно до 2000 р. до н.е. У епосі розповідає про пригоди царя міста Урук, і у тому числі розповідається історія про велетенську повінь, яка, як вважається, лягла в основу подальших біблейських переказів.

Широке поширення арамейського як основної мови на Близькому Сході в VII і VI повіках до нашої ери, усе більш широке використання фінікійської писемності і втрата політичної незалежності Месопотамії у зв'язку із зростанням Персидської імперії привели до того, що клинопис стали використовувати усе менше і менше. Хоча багато консервативних священиків і учені ще писали їй впродовж декількох століть. Остання клинописна табличка датується 75 роком нашої ери.

## Воскові таблички

Воскова табличка (рис. 2) є дерев'яною дошкою, покритою шаром воску. На них можна було писати і стирати написане за допомогою грифеля, один кінець якого був загострений для листа, а інший, сферичної форми, грав роль гумки. У античному світі і середньовіччі воскові таблички використовувалися як записники, для господарських міток і для навчання дітей листу. Час від часу віск зчищався, і дощечки покривалися ним наново. Існуюче у багатьох європейських мовах вираження "з чистого аркуша" - "tabula rasa" походить саме від цієї процедури.



Рисунок 2 - Воскова табличка

Перші згадки про воскові таблички можна знайти у грецьких авторів, зокрема, у Гомера. Поза сумнівом, що воскові таблиці є прямими нащадками глиняних таблиць Месопотамії, але із-за появи пергаментних сувоїв вони відходять на другий план і грають виключно утилітарну роль. Воскові таблиці широко використовувалися в Древньому Римі, про їх використання згадує Цицерон.

Часто таблички складалися воском усередину і з'єднувалися по декілька штук шкіряним ремінцем - виходила книга, прообраз середньовічних кодексів і далекий предок сучасних книг. Воскові таблиці продовжували використовувати для комерційних записів, що часто міняються, аж до 19 століття. Наприклад, на здобичі солі в шахті Schwabisch Hall робітників переписували на восковій дошці в 1812 р., а рибний ринок в Руані використав воскові дошки до 1860 - х рр.

## Папірус

Папірус - матеріал для листа, що отримується з однойменної рослини, що росла в заболочених районах дельти Нілу. Стебло папірису зазвичай досягає 2-3 метрів висоти, хоча деякі з них досягали і 5 метрів. Сьогодні, у зв'язку з кліматом змінився, зарості папірису практично зникли, але в давнину ця рослина широко використовувалася єгиптянами в самих різних цілях: з кори виготовляли килимки, сандалі, тканини, вірвовки, а м'якуш споживали. Окрім цього, з міцних стебел папірису виготовляли плоти і човни, що особливо важливо в країні, де основною дорогою була річка, а ліси були відсутні.

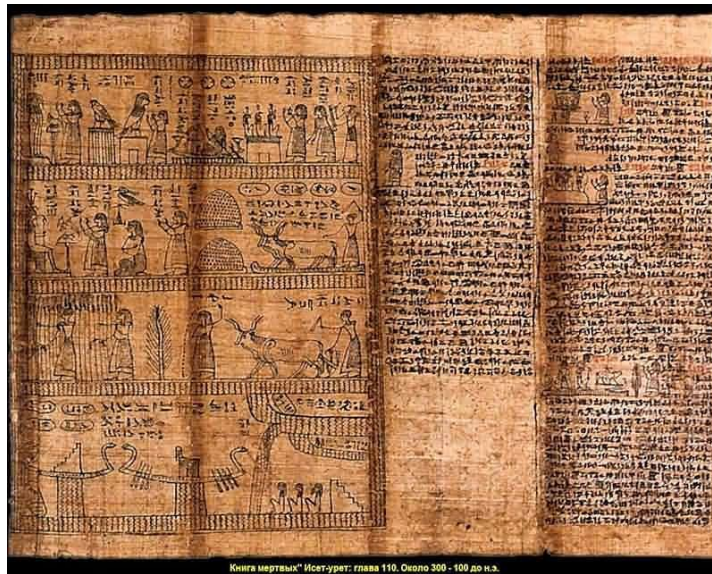


Рисунок 3 - Папірус

Найбільш відомим із застосувань папірису є, звичайно, виготовлення матеріалу для листа. Папірус виготовлявся виключно в Єгипті, де росли плантації однойменної рослини, але експортувався на весь античний світ, і був найпопулярнішим матеріалом для листа у древніх греків і римлян.

Для виготовлення папірусових листів стебла очищалися від кори, і липкий волокнистий внутрішній м'якуш розрізав подовжньо на тонкі смуги приблизно 40 см завдовжки. Смужки розкладали внахлест на рівній поверхні. На них викладали під прямим кутом ще один ряд смужок і поміщали під прес. Мокрі ще листи пресували, а потім висушували на сонці. Сік папірису мав склеюючі властивості і міцно скріплював смуги. Коли листи висихали, поверхня їх полірували пемзою або гладкими раковинами. Виготовлений таким чином писальний матеріал був слабо забарвлений і мав товщину до 0,1мм.

Книги з папірису не схожі на наші. Матеріал цей крихкий і на вигинах швидко ламається. Тому робити книги так, як зараз, зшиваючи сфальцьовані листи, єгиптяни не могли. Вони обрізували лист папірису на один формат, склеювали їх краями і обертали в сувій (рис. 4). Це одна з прадавніх форм книги.

Прадавні папірусові свити, що дійшли до нас, датуються III тис. до н.е. Іноді ці свити досягали в розгорнутому стані значної довжини. Сувій Гаррися, названий так на ім'я його першого власника, має довжину 4050 см, а висоту "сторінки" - 43 см. Існували і довші свити - до 150 м.

Читання сувою вимагало певних навичок. Тримати його потрібно було обома руками, і читач виявлявся як би прив'язаним до книги. В процесі читання треба було увесь час розгортати і одночасно обертати сувій. Якщо ж ви захотіли б повернутися до вподобаної вам сторінки, то доводилося б знову перемотувати усю книгу. Там не менше з сувоїв складали бібліотеки, укладаючи їх на полиці і забезпечуючи ярликами з назвами.

Іншим недоліком сувою була, так би мовити, його однобічність: на ній писали тільки з одного боку. 50% корисної площі листового матеріалу при цьому пропадало.



Рисунок 4 - Книга у формі сувою

Так само як зараз існує папір різних видів і якості, в Єгипті існували різні види папірусів. Дуже дешевий папірус використовувався торговцями для упаковки товарів, а кращі і дорожчі різновиди були призначені для релігійних або літературних творів. Якість залежала від ряду чинників. Де папірус вирощувався, вік рослини, сезон збору, і, найголовніше, якість

м'якуша, використовуюваного у виробництві, - усі ці чинники впливали на якість готової продукції. На початку 20 століття, коли Стародавній Єгипет став модним в США і Європі, учені почали досліджувати, як відбувалося виробництво папірису в давнину. Було випробувано декілька варіантів, ґрунтованих на схемі, описаній Плінієм в "Природній Історії", але нікому не вдалося створити папірус, рівний за якістю древнім.

Писали на папірусі очеретяною тростиною із зрізаним навкіс кінцем. Тримаючи таку тростину під різними кутами, можна було виводити товсті або тонкі лінії. Також до приладдя переписувача відносилися чорнильні порошки і дерев'яна палітра з поглибленнями для розведення і змішування фарб. Звичайний текст писали чорним чорнилом, а ті місця, які писар хотів підкреслити, наприклад заголовок, або початок глави - він виділяв червоним кольором. Чорне чорнило в Єгипті готувало з сажі і липкої кров'яної сироватки. Для отримання червоного чорнила кров'яну сироватку змішували з червоною крейдою. Релігійні тексти супроводжувалися ретельно виконаними ілюстраціями, зразком яких можуть служити прекрасні ілюстрації з «Книги мертвих» (рис. 5), особливо в редакціях, що відносяться до часів розквіту староегипетської культури в епоху XVIII династії. Малюнки уміло komponували з текстом або розміщували між окремими колонками.



Рисунок 5 - Сторінка з «Книги мертвих»



У папірусах, що дійшли до нас, містяться зовсім не тільки релігійні тексти. Ділові і адміністративні документи, художня література, а також наукові праці по математиці, астрономії і медицині складають істотну частину відомих папірусів. На початку 3 століття до нашої ери була заснована Александрійська бібліотека, найбільша бібліотека у стародавньому світі. Багато античних учених відвідували її і працювали зі свитами, таких, що знаходилися в ній. Грецькі лікарі Гіппократ, названий "Батьком медицини" і Гален визнавали, що частину своїх знань вони почерпнули з єгипетських медичних папірусів.

У сухому єгипетському кліматі папірус добре зберігався, але за інших умов швидко з'являлися плісневі грибки і матеріал руйнувався. У європейських умовах термін життя папірусу складав декілька десятків років, двохсотрічний папірус був великою рідкістю. Більшість папірусів, що дійшли до сьогодення, знайдені в Єгипті, невелика частина - в Азії, і тільки окремі фрагменти - в Греції, хоча десятки сувоїв і листів папірусу зображені на грецьких вазах, що відносяться до перших повік до н.е. До восьмисотого року нашої ери папірус був багато в чому витіснений пергаментом в Європі, але продовжував використовуватися в Єгипті, поки не був витіснений дешевим папером, технологію виробництва якої привезли арабські завойовники. У наш час папірус в невеликих об'ємах робиться в Єгипті і на Сицилії. Переважно він використовується для виробництва сувенірної продукції, розрахованої на туристів.

## **Пергамент**

Пергамент - матеріал для листа, виготовлений з виробленої шкіри тварин, як правило, телячої, овечої або козиної шкіри. При виробництві пергаменту шкіри не дубили, а ретельно вичищали, скребли і висушували під

напругою, отримуючи лист тонкої і міцної шкіри білого або жовтуватого кольору. Хоча вироблена шкіра тварин вживалася для листа і раніше, винахід пергаменту зазвичай зв'язують з ім'ям царя Пергама Другого (197-159 до н.е.). За свідченням історика Плінія, єгипетські царі, бажаючи підтримати престиж Александрійської бібліотеки, заборонили в II ст. до н.е. вивезення папірису за межі Єгипту і бібліотеці Пергама, другій за величиною бібліотеці стародавнього світу довелося розвивати альтернативний варіант виробництва матеріалу для листа і удосконалити древні способи обробки шкіри.

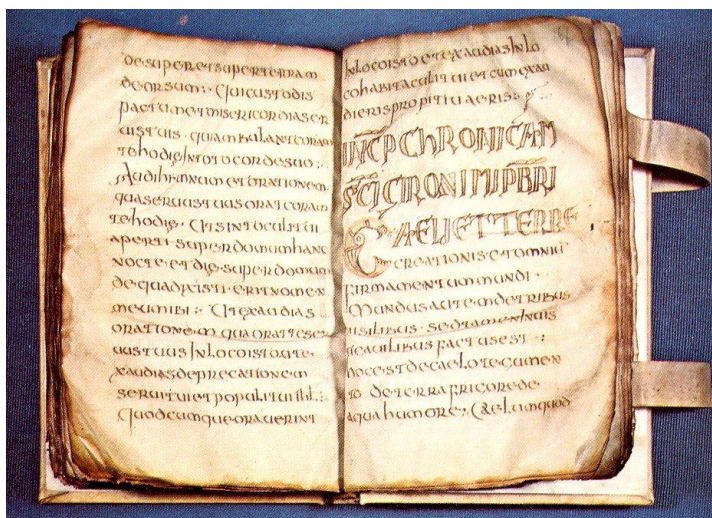


Рисунок 6 - Книга з пергаменту

Так пергамент став альтернативою папірису не лише в Пергамі, але і в усьому Середземномор'ї, основним матеріалом для книг середньовіччя, і продовжував використовуватися навіть після винаходу друку в середині п'ятнадцятого століття.

Для листа на пергаменті потрібний був інший тип чорнил. Чорнила для папірису, ґрунтовані на сажі, також продовжували використовуватися, але вони легко змивалися і навіть стиралися з пергаменту, тому було розроблене чорнило на основі дубильних речовин і залізного купоросу. Це чорнило в'їдалося в шкіру, і написи можна було стерти, тільки зіскобливши їх.

Технологія виготовлення книг з пергаменту зводилася до складання напіл і уздовж лінії згину і розбиванню молотком на ковадлі, щоб вийшли хороші згини. Утворені таким чином чотирьох листові зошити (*лат. tetra - чотири*) пришивалися сухожиллями до сирівцевих ременів зв'язкам. Пергаментні книги робили дуже ретельно. Обрізи таких більшеформатних книг – фоліантів (*in folio* - в розмір листа) - прикрашали. Листи забарвлювали в пурпурний або чорний колір, букви бували срібними або золотими. Традиції виготовлення пергаментних книг - кодексів були успадковані пізніше Візантією і середньовічними європейськими державами.

Довгий час пергаментні свити існували разом з папірусовими. Незважаючи на очевидні достоїнства пергаменту: міцність, довговічність, можливість багатократного використання, змиваючи або зіскоблюючи раніше написаний текст, у нього були істотні недоліки: складність виготовлення і дорожнеча.

Ці недоліки так і залишалися до часу появи паперу. Пергаменту постійно бракувало ні у античному світі, ні в середньовіччі. У теж час саме завдяки палимпсестам - рукописам на пергаменті поверх змитого або зіскобленого тексту до нас дійшли деякі твори античних авторів, які за допомогою технічних засобів можна прочитати під пізнішими текстами.

*Палимпсест - рукописи на пергаменті поверх змитого або зіскобленого тексту оригіналу (рис.7).* Про звичай повторно використати свити згадують ще римляни, але масштабне повторне використання пергаментних сувоїв сталося в середньовіччі, і було викликано дорожнечею пергаменту. Існувала також духовна мотивація - "освячення" язичницьких текстів шляхом написання поверх них біблейських, і знищення єретичних текстів, безліч яких була створена єретичними сектами раннього християнства. Але головною причиною був дефіцит пергаменту. Він був настільки великий, що синодний указ 691 р. забороняє знищення незавершених або неповних рукописів Писання і праць батьків церкви, які до цього також стиралися. У раннє середньовіччя попередній текст змивали з пергаменту, він віддалявся

не увесь, і попередній текст можна було розрізнити. У пізніє середньовіччя пергамент шліфували за допомогою пемзи, остаточно знищуючи оригінал.



Рисунок 7 - Лист палімпсеста

Для створення палімпсеста з пергаментних листів стирали попередній текст. Очищені листи розрізали і розгортали на 90 градусів, таким чином, з одного старого листа виходили дві сторінки для нового кодексу. Далі наносили новий текст, він розташовувався перпендикулярно попередньому. Листи сполучали до кодексу.

Сучасні технічні методи (фотографування в ультрафіолетових променях, томографія та ін.), дозволяють прочитати деякі із древніх написів, і нерідко вони стають єдиними джерелами загиблих творів древніх авторів. Так, Лейденський палімпсест з відновленим текстом є прадавнім джерелом для сучасних видань Софокла. Типова і дуже примітна історія палімпсеста Архімеда. Приблизно у 287-212 рр. до н.е. Архімед, незадовго до своєї смерті в Сиракузах записує свої найзначиміші винаходи і розробки на папірусовий

сувій. Оригінал сувою був загублений, але збереглася папірсова копія, зроблена невідомим в період від 212 р. до н.е., до 1000 р. Приблизно в 1000 р. писар в Константинополі переписує вміст сувою, включаючи схеми і розрахунки на пергамент, і оформляє у вигляді кодексу. Близько 1200 року християнський чернець розбирає кодекс листа, стирає математичні тексти і записує поверх них псалми. Тільки у 20 столітті палімпсест був ідентифікований і дістав назву "Палімпсест Архімеда", але довгий час переходив з рук в руки і навіть вважався зниклою, поки в 1998 році не був куплений для музею мистецтв у Балтіморі, де учені ведуть роботу над відновленням оригінального тексту. Великою удачею можна вважати те, що палімпсест Архімеда практично повністю був переписаний в одну нову книгу. Багато інших творів розбиралися на листи, потрапляли в різні книги, і до нас дошли тільки окремі фрагменти.

У пізньому Середньовіччі пергамент всюди замінюється папером, і використовується тільки для написання традиційних і офіційних документів (оригінали королівських указів, угод, дипломів і тому подібне). До цього часу міняється і спосіб читання сувої: якщо античні рукописи згорталися в горизонтальний сувій, то в пізньому середньовіччі і згодом свити стали вертикальними. Це безпосередньо пов'язано з тим, що свити не були більші книгами, а призначалися для запису невеликих за об'ємом текстів. Нині пергаментні свити є єдиним визнаним релігійним євреями способом запису Тори і священних текстів іудаїзму. Виробництвом пергаменту в Израїле займаються великі компанії, під спостереженням кваліфікованих рабинів. Зокрема, рабини стежать, щоб на пергамент йшли шкіри тільки кошерних тварин.

Пергамент служив людству приблизно десять століть, хоча мав істотний недолік - був дуже доріг. Книги з пергаменту коштували цілий стан. Цей недолік був усунений з появою паперу. Нововведення не викликало революційні зміни у формі книги, вона як і раніше залишалася кодексом. Впродовж декількох століть пергамент в книжковій справі використали

паралельно з папером. Але знову ж таки функції пергаментних книги змінилися; такі книги тепер виготовлялися тільки для дуже багатих любителів-бібліофілів. Ця особливість зберіглася і після винаходу близько 1450 книгодрукування.

## Папір

Важливою передумовою для розвитку ксилографії в країнах Далекого Сходу став винахід паперу. Спочатку китайці писали на тонких дощечках з бамбука. У III ст. до н.е. поширеним матеріалом для листа стає шовк. А потім з'являється новий матеріал, винахід якого став справжньою революцією в області поширення інформації - папір.

Папір - древній винахід (рис. 8). Його знали в Китаї вже на самому початку нової християнської ери. Винахідником паперу вважають Цай Луня, який спочатку був рабом і євнухом при дворі імператора Хэ Ди, а потім став важливим чиновником при імператорському дворі. Зроблений був винахід в 105 р. В книзі історика Фань Е, що жив в V столітті н.е., присвяченій Другій Ханьській династії (книга називається "Хоу Хань шу"), збереглася розповідь про винахід.

«З прадавніх часів більшість книг виготовляли з бамбукових пластинок, - пише Фань Е. - Були також книги на шовку, які називали «чжи». Але шовк дуже дорогий, а бамбук важкий, вони незручні для виготовлення книг. Тому Цай Лунь і запропонував виготовляти папір з деревної кори, конопель, ганчір'я і старих риболовних сітей. У перший рік періоду Юань-син (тобто в 105 р.) він зробив про це доповідь імператорові, який високо оцінив його здібності. Після цього папір, виготовлений таким чином, став широко застосовуватися».



Рисунок 8 - Папір древнього Китаю

Сучасні учені вважають, що Цай Лунь в якості основного початкового матеріалу для виготовлення паперу використав шовкову вату, яку замочували в посудині з водою, а потім збовтували до тих пір, поки не виходила однорідна маса. Масу цю зачерпували бамбуковою сіткою і давали просохнути. При цьому виходив гладкий, добре сприймаючий фарбу паперовий лист. Новий писальний матеріал стали іменувати цай чжи, або шовк Цая.

Папір, як і багато інших великих відкриттів, був колективним винаходом. Виготовлення паперу було поставлене в Китаї на промисловій основі. З винаходом паперу ксилографічний друк отримав широке поширення в країнах Далекого Сходу.

Папір був винайдений в Китаї приблизно в II столітті. Упродовж 500 років папір поширювався по Азії, робилися в Кореї, Японії, Індії. У 751 році відбулася Таласька битва, бій в Талаській долині (кордон Казахстану і Киргизії) між арабами і китайцями за контроль над Середньою Азією. Китайці були розбиті, а серед захоплених арабами полонеників виявилися майстри паперовими справи. Так секрет виготовлення паперу потрапляє на Близький Схід.

Перша паперова майстерня була побудована в Самарканді арабами за допомогою полонених китайців в VII - VIII вв. Існує досить велика кількість арабських рукописів на папері, перші відносяться приблизно до IX в. У

основі арабського паперу був льон, а також використовуються дрантя і інші рослинні волокна. Бавовна використовується дуже рідко. Папір східного виробництва в середні віки відрізняється міцністю і глянсовою поверхнею.

Араби довгий час зберігали монополію на виготовлення паперу і ретельно оберігали секрет її виробництва. Проте поступово папір починають робити в Європі: спочатку в Іспанії (близько 1150 р.), потім в Італії, швидше за все, за допомогою полонених арабів, захоплених під час хрестових походів. У XIV ст. в італійському місті Фабриано вже діяло 40 паперових млинів, що випускали папір відмінної якості. Були побудовані такого млина і у Болоньї, Пармі, Падуї, Туріні. Проте, попит на папір в 11 столітті в Європі був незначний. Папір був дорогим, крихкішим, ніж пергамент, і окрім цього, асоціювалася з арабами, яким не довіряли.

Фактично церква спочатку заборонила використання паперу для релігійних цілей в Західній Європі, визнавши її "язичницьким мистецтвом" і думаючи, що тільки пергамент "святий" настільки, що може нести на собі Слово Боже. Це зумовило те, що спочатку папір використовувався для друку ксилографічним способом низькосортних творів, гральних карт і тому подібне. Поступово папір стає якісніше, її ціна падає, а виробництво безперервно збільшується.

У 1300 році папір почала виготовляти Угорщина, в 1390 році - Німеччина, в 1494 році - Англія, в 1565 році - Росія, в 1586 році - Голландія, і в 1698 році - Швеція. Європейські виготівники паперу удосконалили процес виробництва і широко застосовували механічну силу - води або вітри. Паперові млини використали для подрібнення сировини силу води, що падала, в Голландії працювали вітряні млини. Виробництво паперу ставало високотехнічним, вимагаючим великих витрат, але і дуже прибутковою справою. Папір став однією з основних передумов винаходу друку і друкарської книги.

У основі паперу закладені рослинні речовини, що мають досить довге волокно, які, змішуючись з водою, дають однорідну, пластичну масу. У



Європі до винаходу в 1857 р. технології виробництва паперу з деревини застосовувалося в основному льняне ганчір'я. Спочатку його замочували у вапняному молоці. Потім ганчір'я розтирали у великих ступках, і знову замочували у вапняній воді близько діб. Потім подрібнена маса добиралася, віджималася, і знову перемелювалася до отримання однорідної суміші у великих чанах.

У XVII ст. голландці удосконалили цей процес, винайшовши так званий ролл, або голлендер. У дерев'яній або кам'яній ванні (роль) ганчір'я рубалося на дрібні частини і перемелювалося насадженими на металеві вали і на днищі ролла ножами набагато швидше і ефективніше, чим раніше. Цей винахід висунув голландський паперову промисловість на перше місце в Європі. Паперова маса потрапляла в котел (рис. 9), і тут до виробництва підключалася основна фігура - черпальник. Спеціальним ситом він зачерпував паперову масу, сильно трясучи форму, виганяв крізь сито надлишок води, і одночасно формувал паперовий лист.

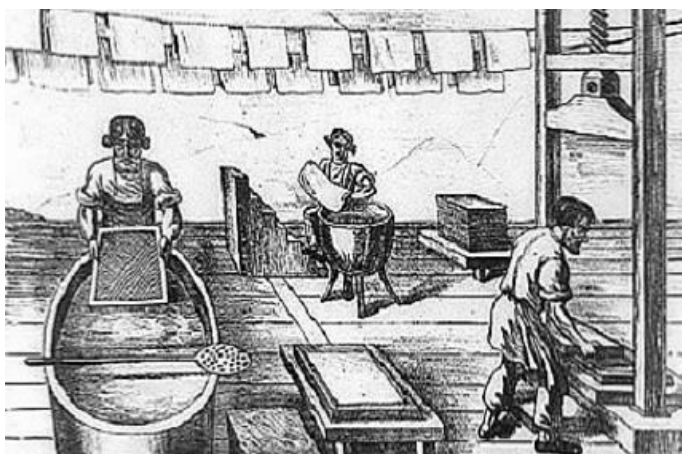


Рисунок 9 - Виробництво паперу

Потім форми набував укладальник: він обережно виймав з форми ще сирий паперовий лист і викладав його на сукно або повсть, накриваючи згори таким же відрізком сукна. Поступово растя кіпу сирого паперу, за цеховою традицією в ній було 181 лист. Кіпу відносили до пресу, де пресували

спочатку разом з сукном, а потім без нього. Потім папір вивішували для просушування. Листи, що просохли, розгладжували на мармуровій дошці спеціальною праскою або шліфувальною кісткою і передавали штампувальникові, який відбивав її дерев'яною або залізною кувалдою.

Оброблені у такий спосіб листи занурювали в котел з желатиновим клеєм, щоб папір ущільнився і не пропускав чорнило. Потім листи знову сушили і знову розгладжували. Тільки після усіх цих операцій (у технології налічувалося 30 операцій) папір вважався готовою до продажу. Кожне виробництво, цех, а нерідко і кожен майстер мали фірмові знаки – філіграні (рис. 10) - зображення або букви з тонкого дроту, які припаюються до сітки паперової форми для отримання водяних знаків, помітних на світло.



Рисунок 10 - Філігрань

Зображалися на знаках герби міст або осіб, яким належала ця майстерня, іноді - ініціали хазяїв, а то навіть і їх імена і прізвища. Проте частенько водяний знак зображував звіра, птаха, рослини, який-небудь предмет ужитку - в кожній країні були відносно цього свої смаки.

Ручний відлив паперу, проіснував декілька століть, за час яких перетворився з передового методу в метод, що затримує зростання виробництва. У 1799 Н. Л. Робер (Франція) винайшов папероробну машину,

механізувавши відлив паперу шляхом застосування нескінченно сітки, що рухається. До середини XIX століття папероробна машина перетворилася на складний агрегат, працюючий безперервно і значною мірою автоматично.

## Сучасні друкарські матеріали

*Папір - це пористо-капілярні листи або стрічки, що складаються головним чином з рослинних волокон, міцно сполучених між собою хімічними водневими зв'язками.*

Вона відрізняється від картону масою і завтовшки: маса паперу площею 1 м<sup>2</sup> складає зазвичай 30 - 250 г, картону - більше 250 г. Товщина паперу - приблизно від 30 до 300 мкм, картону - 0,3-3,0 мм

Для виробництва паперу використовують в основному целюлозу (хімічно оброблену деревину) і деревну масу, отриману шляхом механічного стирання деревини. Волокнисту масу отримують і з макулатури, а також технічних відходів паперу, що поступають з поліграфічних підприємств. У деяких видах паперу рослинні волокна частково або повністю замінюють синтетичними волокнами - поліамідними, поліефірними, акрилонітрильними і іншими.

Окрім волокнистих матеріалів, до складу паперу входять:

*наповнювачі* - білі мінеральні речовини (каолін, гіпс, мів та ін.), що частково заповнюють простір між рослинними волокнами, внаслідок чого підвищується гладкість, пластичність, непрозорість і білизна паперу;

*клеющие речовини*, головним чином рослинний смільний клей (каніфоль), папери, що зменшують гідрофільність, і що збільшують зв'язок між волокнами;

*фарбувальні речовини* - деякі органічні барвники, частіше за увесь синій колір, які підвищують білизну паперу за рахунок підфарбовування волокон, що мають зазвичай жовтувато-сірий колір.

Суть виробництва паперу полягає у виготовленні паперової маси, відливі паперу на папероробній машині і її обробці - каландрує, сортуванні і упаковці. Для цього волокнисті напівфабрикати (целюлозу та ін.) подрібнюють і змішують в заданому співвідношенні, а потім вводять наповнювачів, фарбувальні і склеювальні речовини. Отримана таким чином кашкоподібна паперова маса поступає на папероробну машину - дорогий і складний агрегат завдовжки до 100-150 м (рис. 11).



Рисунок 11 - Папероробна лінія

Паперова маса, розбавлена до необхідної концентрації водою, витікає безперервним потоком на металеву або полімерну сітку, яка рухається у вигляді нескінченної стрічки шириною до 8 м зі швидкістю до 800 м/мін, здійснюючи при цьому коливальний рух. Тут вода з паперової маси частково фільтрується, і стрічка сирого паперу поступає в пресову секцію машини для подальшого обезводнення і ущільнення. Потім стрічка висушується до вологості 6-8%, проходячи між циліндрами сушарної секції, і поступає в

обробну секцію. Тут папір проходить між металевими полірованими валами, що обертаються, які згладжують її поверхню, надаючи їй матовому вигляду - машинній гладкості. У такого паперу гладкість нижньої сторони (що має сліди малюнка від сітки) буде менше верхньої (лицьовий) сторони. Готовий папір змотується в рулони.

При необхідності папір піддається додатковій обробці поверхні: суперкаландрує, при якому поверхні надається підвищена гладкість, і крейдуванню, коли наноситься на одну або обидві сторони стрічки тонкий шар білої пігментно-клейової суспензії. Рулон багатометрової ширини розрізає на рулони стандартних форматів, папір намотується на картонні гільзи і упаковується. Для отримання листового паперу широке паперове полотно розрізає в подовжньому і поперечному напрямках на окремі листи, які сортують і упаковують в пачки.

Папір, що випускається, залежно від призначення ділиться на класи: друкарський, писальний, креслярсько-малювальний, електроізоляційний, цигарковий та ін. Друкарський папір - основний матеріал друкарського виробництва і носій друкарської інформації. Вона багато в чому визначає якість і собівартість готового видання.

## **Основні властивості і види друкарського паперу**

У зв'язку з різноманітністю продукції поліграфічного виробництва, а також способів друку і типів друкарського устаткування випускають папір широкого асортименту. Вона розрізняється передусім за своїми властивостями - показниками. До основних властивостей, що характеризують друкарський папір, відносяться:

1) *розмірні показники* - товщина паперу (мкм), маса паперу площею  $1\text{м}^2(\text{г})$  або  $1\text{г}/\text{м}^2$ , об'ємна маса - маса  $1\text{см}^3(\text{г})$  або  $1\text{г}/\text{м}^3$ , що дає можливість судити про пористість папери; формат паперу (мм);

2) *механічні і друкарсько-технічні властивості* - міцність паперу при механічних діях (злам, розрив, стирання поверхні); гладкість поверхні паперу, що дозволяє з тією або іншою мірою графічної точності відтворювати дрібні елементи зображення; деформаційні властивості (наприклад, еластична, пластична і пружна деформація); водостійкість паперу (оцінюється непрямим способом - мірою проклеювання); всмоктуюча здатність паперу - міра вбирання друкарської фарби;

3) *оптичні властивості* - білизна паперу (здатність отрожать світло по усій видимій частині спектру); колір і відтінок; світлопроницаемость (здатність пропускати світло); світломіцність паперу (стійкість її білизни і колірного тону під впливом світла).

Властивості паперу залежать від властивостей волокнистих матеріалів, що входять в неї, і інших компонентів (наповнювачі, фарбувальні і склеювальні речовини); технологічних режимів відливу, пресування і сушки її на папероробній машині і виду обробки. Проте головним чинником, що визначає якість паперів, являється вид волокнистого матеріалу: чисто целюлозний папір кращий, ніж папір з деревної маси.

Друкарські папери розрізняються за багатьма ознаками. Залежно від способу друку вони підрозділяються на папери для *високого, офсетного і глибокого друку*. Деякі нові види паперу призначені як для друкування способом високої, так і плоскому офсетному друку (наприклад, книжно-журнальний папір масою 60 г/м<sup>2</sup>, крейдований папір масою 120 г/м<sup>2</sup> та ін.).

По виду друкарській продукції вони діляться на газетні, книжно-журнальні, картографічні, етикеточные, спеціального призначення і інші. Папери також розрізняються по виду обробки поверхні (матові і глазуровані), особливостям її виготовлення (крейдовані і некрейдовані - з відкритою поверхнею), по волокнистому складу, по масі паперу, по формату. Залежно від волокнистого складу друкарські папери підрозділяються на три номери: папери № 1 містять, як правило, 100% целюлоза, № 2-80-50% целюлоза і 20-50% деревної маси, № 3-35% целюлози і 65% деревної маси.

*Папір* № 1, що характеризується найкращими показниками, застосовується для друкування видань, розрахованих на тривалі терміни використання (енциклопедії, багато підручників і словники, наукові монографії, видання для дошкільнят і молодших школярів, зібрання творів і т. п.).

На *папері* № 2 друкують видання для середніх термінів використання (науково-популярна і виробнича література, деякі підручники і навчальні посібники).

*Папір* № 3 виробляється тільки для високого друку. Вона призначена для видань, розрахованих на невелику тривалість їх використання: масові брошури, газети, відривні щоденні календарі.

Крейдовані папери відрізняються найбільшою білизною і гладкістю, що забезпечує хорошу якість текстової і образотворчої продукції. Їх використовують для друкування високохудожніх образотворчих видань (багатобарвні репродукції з художніх творів, листівки, книги, альбоми, журнали, реклама).

Папери для кожного способу друку мають свої особливості із-за специфіки друкарського процесу. Так, наприклад, *папери для високого друку* мають достатню гладкість поверхні, що забезпечує необхідний контакт її з друкувальними елементами форми і отримання відбитків без рельєфу на їх зворотній стороні.

*Офсетний папір* має бути гідрофобним (з високою мірою проклеювання) і мати підвищену міцність поверхні, що не руйнується при використанні густих і липких друкарських фарб, а вимог підвищеної гладкості до цього паперу у багатьох випадках не пред'являють.

*Папір для глибокого друку* має бути м'яким і мати міцну поверхню з високою мірою гладкості. Це забезпечує щільний контакт паперу з поверхнею друкарської форми і дозволяє їй частково вдавлюватися в поглиблені форми, що друкують елементи.

Для високоякісного відтворення тонових фотографій (чорно-білих і кольорових) і творів масляного живопису використовують папір з гладкою блискучою поверхнею (ліском). Для друкування тексту в книжно-журнальних виданнях, а також для відтворення акварельних і гуашевих оригіналів краще використати папір з матовою поверхнею.

Важливим економічним показником використання паперу є маса паперу. Вибір паперу тієї або іншої маси визначається багатьма умовами: характером видання, термінами його використання, способом друку, категорією читача та ін. Проте в усіх випадках потрібно прагнути до застосування паперу мінімально можливої маси, що забезпечує економічність і задані вимоги до друкарської продукції.

Наприклад, словники, довідники, інші компактні видання, а також і газети друкують на тонкому папері масою 40-50 г/м<sup>2</sup>, книжкові і журнальні видання залежно від їх призначення і інших показників - 60-120 г/м<sup>2</sup> (у тому числі і на тонкому крейдованому папері), листові видання - 120-160 г/м<sup>2</sup>, художні листівки 200-250 г/м<sup>2</sup>.

При випуску якого-небудь видання друкарський папір витрачається не лише на друкування заданого накладу, але і на технічні цілі виробництва (отримання пробних і коректурних відбитків, підготовці друкарської машини до друкування і так далі). Норми відходу паперу на ці цілі залежать від накладу видання, його барвистості і складності, способу друку, типу друкарської машини і інших умов (з урахуванням виконання палітурних для брошурування операцій, якщо вони є).

## **Розмірні властивості паперу**

Гладкість паперу, тобто мікрорельєф, мікрогеометрія її поверхні визначає «роздільну здатність» паперу: її здатність передавати без розривів і спотворень щонайтонші барвисті лінії, точки і їх комбінації. Це одно з



найважливіших друкарських властивостей паперу. Чим вище гладкість паперу, тим більше повноти контакту між її поверхнею і друкарською формою, тим менший тиск треба прикласти при друкуванні, тим вище якість зображення.

Гладкість паперу визначається в секундах за допомогою пневматичних приладів або за допомогою профілограмм, що дають наочне уявлення про характер поверхні паперу. Різні способи друк пред'являє до паперу різні вимоги по гладкості. Друкарський папір, що так каландрує, повинен мати гладкість від 100 до 250 сек., а офсетний папір тієї ж міри обробки може мати гладкість набагато нижче - 80-150 сек. Папір для глибокого друку відрізняється підвищеною гладкістю, яка складає від 300 до 700 сек. Газетний папір не може бути гладким в силу високої пористості. Істотно покращує гладкість поверхні нанесення будь-якого покривного шару - будь то поверхнєве проклеювання, пігментація, легке або просте крейдування, яке, у свою чергу, може бути різним : одностороннім і двостороннім, одноразовим і багатократним і так далі

*Поверхнєве проклеювання* - це нанесення на поверхню паперу тонкого шару проклеюючих речовин (маса покриття складає до 6 г/м<sup>2</sup> з метою забезпечення високої міцності поверхні паперу, що оберігає її від вищипування окремих волокон липкими фарбами, а також для зменшення деформації паперу при зволоженні для забезпечення точного збігу фарб в процесі багатобарвного друку. Особливо це важливо для офсетного і літографського друку, коли папір піддається зволоженню водою в процесі друку.

*Пігментація і крейдування* паперу відрізняються тільки масою покриття, що наноситься. Так вважається, що маса покривного шару в пігментованих паперах не перевищує 14 г/м<sup>2</sup>, а в крейдованих паперах досягає 40 г/м<sup>2</sup>. Крейдяний шар відрізняється високою мірою білизни і гладкості.

Висока гладкість - одна з найбільш важливих характеристик крейдованих паперів. Їх гладкість досягає 1000 сек і більше, а висота рельєфу не перевищує 1 мкм. Показник гладкості не лише забезпечує оптимальну взаємодію паперу і фарби, але і покращує оптичні властивості поверхні, що сприймає барвисте зображення. Висока гладкість крейдованого паперу дозволяє вести друк з хорошою пропечаткою при малій товщині барвистого шару.

Зворотною величиною гладкості є шорсткість, яка вимірюється в мікрометрах. Вона безпосередньо характеризує мікрорельєф поверхні паперу. Як правило, в технічних специфікаціях папери вказують одну з двох цих величин.

Важливою геометричною характеристикою паперу, разом з товщиною і масою 1 м<sup>2</sup>, являється пухкість. Вона характеризує міру спресованості паперу і дуже тісно пов'язана з такою оптичною характеристикою, як непрозорість. Тобто, чим пухлее папір, тим вона більше непрозора при рівній вазі 1 м<sup>2</sup>. Пухкість вимірюється в см/р. Пухкість друкарських паперів коливається, в середньому, від 2 см<sup>3</sup>/г (для рихлих, пористих) до 0,73 см<sup>3</sup>/г (для високощільних паперів, що каландрують). У практичному застосуванні це означає, що якщо брати пухкіший папір меншого граммажа, то при рівній непрозорості в тонні паперу буде більше листів.

*Пористість* безпосередньо впливає на всмоктуючу здатність паперу, тобто на її здатність сприймати друкарську фарбу і цілком може служити характеристикою структури паперу. Папір є пористо-капілярним матеріалом, при цьому розрізняють макро- і мікропористість. Макропори, або просто пори, - це простори між волокнами, заповнені повітрям і вологою. Мікропори, або капіляри, найдрібніші простори невизначеної форми, що пронизують покривний шар крейдованих паперів, а також що утворюються між частинками наповнювача або між ними і стінками целюлозних волокон у некрейдованих паперів. Капіляри є і усередині целюлозних волокон. Усі некрейдовані, не занадто ущільнені папери, наприклад, газетна -

макропористі. Загальний об'єм пір в таких паперах досягає 60% і більше, а середній радіус пір складає близько 0,16-0,18 мкм. Такі папери добре вбирають фарбу завдяки своїй рихлій структурі, тобто сильнорозвитою внутрішньої поверхні.

Крейдовані папери відносяться до мікропористих, інакше, капілярним паперам. Вони теж добре вбирають фарбу, але вже під дією сил капілярного тиску. Тут пористість складає усього лише 30%, а розмір пір не перевищує 0,03 мкм. Інші папери займають проміжне положення. Фактично, це означає, що при друці на офсетному папері в пори проникають як розчинники, що містяться у фарбі, так і фарбувальні пігменти. Таким чином, концентрація пігменту на поверхні невелика і неможливо добитися насичених кольорів. При друці ж на крейдованому папері, діаметр пір крейдованого шару настільки малий, що в пори вбираються тільки розчинники, тоді як частки пігменту залишаються на поверхні паперу. Тому зображення виходить дуже насичене. Особливе місце в структурі друкарських властивостей паперу займають оптичні властивості, тобто білизна, непрозорість, лиск(глянець).

*Білизна* — це здатність паперу відбивати світло неуважно і рівномірно на всіх напрямках. Висока білизна для друкарських паперів дуже бажана, оскільки чіткість, легкість для читання видання залежить від контрастності запечатаних і пробільних ділянок відбитку.

При багатобарвному друці, колірна точність зображення, її відповідність оригіналу можливі тільки при друкуванні на досить білому папері. Для підвищення білизни в дорогі високоякісні папери додають так звані оптичні вибілювачі - люмінофори, а також сині і фіолетові барвники, що усувають жовтуватий відтінок, властивий целюлозним волокнам. Цей технологічний прийом називають подцветкой. Так, крейдовані папери без оптичного вибілювача мають білизну не менше 76%, а з оптичним вибілювачем - не менше 84%. Друкарські папери зі змістом деревної маси повинні мати білизну не менше 72%, а ось газетний папір може бути недостатньо білим. Її білизна складає в середньому 65%.

Ще однією важливою практичною властивістю друкарського паперу є її *непрозорість*. Особливо важлива непрозорість при двосторонньому друці. Для підвищення непрозорості підбирають композицію волокнистих матеріалів, комбінують міру їх помелу, вводять наповнювачів.

До оптичних властивостей паперу відноситься також її *лиск або глянець*. Лиск, або глянець, - це результат дзеркального відображення поверхнею паперу світла, що падає на неї. Природно, це тісно пов'язано з мікрогеометрією поверхні, тобто з гладкістю паперу. Зазвичай з підвищенням гладкості лиск теж збільшується. Проте, цей зв'язок неоднозначний. Слід пам'ятати, що гладкість визначається механічним способом, а лиск - це оптична характеристика. Глянець глазуrowаного паперу може складати 75-80%, а матовою - до 30%.

Більшість споживачів друкарської продукції віддають перевагу глянсовим паперам, проте глянець потрібний у виданнях далеко не завжди. Так, при відтворенні тексту або штрихових ілюстрацій застосовують папір з мінімальним глянцем, наприклад, папір машинної гладкості. А різні проспекти, етикетки, репродукції з картин прекрасно виходять на папері з високим глянцем.

## **Механічні властивості паперу.**

Наступна група друкарських властивостей - це механічні властивості папери, які можна підрозділити на прочностные і деформаційні. *Деформаційні* властивості проявляються при дії на матеріал зовнішніх сил і характеризуються тимчасовою або постійною зміною форми або об'єму тіла. Основні технологічні операції поліграфії супроводжуються істотною деформацією паперу, наприклад: розтягуванню, стискуванню, вигину. Від того, як поводить папір при цих діях, залежить нормальна (безперебійне) течія технологічних процесів друкування і подальшої обробки друкарської

продукції. Так, при друкуванні високим способом з жорстких форм при великих тисках папір має бути м'яким, тобто легко стискатися, вирівнюватися під тиском, забезпечуючи якнайповніший контакт з друкарською формою.

М'якість паперу пов'язана з її структурою, тобто з її щільністю і пористістю. Так великопористий газетний папір може деформуватися при стискуванні до 28%, а у щільного крейдованого паперу деформація стискування не перевищує 6-8%. Для високого друку важливо, щоб ці деформації були повністю оборотними, щоб після зняття навантаження, папір повністю відновлював первинну форму. Інакше, на відбитку видно сліди оборотного рельєфу, що свідчать про те, що в структурі паперу сталися серйозні зміни. Якщо ж папір призначений для обробки тисненням, то метою стає, навпаки, залишкова деформація, а показником якості є її безповоротність, тобто стійкість рельєфу тиснення.

Для офсетного друку на високошвидкісних ротаційних машинах дуже важливими є *прочностные* характеристики паперу, а саме: міцність на розрив, злам, стійкість до вищипування, вологостійкість. Міцність паперу залежить не від міцності окремих компонентів, а від міцності самої структури паперу, який формується в процесі паперового виробництва. Ця властивість характеризується зазвичай розривною довжиною в метрах або розривним зусиллям в ньютонах. Так для м'якших друкарських паперів розривна довжина складає не менше 2500 м, а для жорстких офсетних ця величина зростає вже до 3500 м і більше. Папери, призначені для плоского друку, повинні мати мінімальну деформацію при зволоженні, оскільки за умовами технології друкарського процесу, вони стикаються зволженими поверхнями.

Папір - матеріал гігроскопічний. При збільшенні вологості її волокна набрякають і розширюються головним чином по діаметру; папір втрачає форму, коробиться і морщиться, а при висушуванні відбувається зворотний процес: папір дає усадку, внаслідок чого міняється формат. Підвищена

вологість різко знижує механічну міцність паперу на розрив, папір не витримує високих швидкостей друкування і рветься. Зміна вологості паперу в процесі багатобарвного друку призводить до несуміщення фарб і порушення перенесення кольорів.

Для підвищення вологостійкості паперу до складу паперової маси при виготовленні додають гідрофобні речовини(ця операція називається проклеюванням в масі) або ж проклеюючі речовини наносяться на поверхню вже готового паперу(поверхневе проклеювання). Високо проклеюються офсетні папери і особливо ті з них, які при використанні піддаються різким змінам кліматичних умов, наприклад, картографічні папери.

## **Сорбційні властивості паперу**

Нарешті, ми впритул підійшли до однієї з найважливіших властивостей друкарського паперу - її всмоктуючої здатності. Правильна оцінка всмоктуючої здатності означає виконання умов своєчасного і повного закріплення фарби і, як результат - отримання якісного відбитку.

Всмоктуюча здатність паперу в першу чергу залежить від її структури, оскільки процеси взаємодії паперу з друкарською фарбою принципово різні. Перш ніж говорити про особливості цієї взаємодії в тих або інших випадках, необхідно ще раз згадати основні типи структур сучасних друкарських паперів. Якщо зображувати структури паперу у вигляді шкали, то на одному з її кінців розмістяться макропористі папери, що складаються цілком з деревної маси, наприклад, газетні. Інший кінець шкали, відповідно, займуть чистоцеллюлозные мікропористі папери, наприклад, крейдовані. Трохи лівіше розташуються чистоцеллюлозные некрейдовані папери, теж мікропористі. А усі інші займуть проміжок, що залишився.

Макропористі папери добре сприймають фарбу, вбираючи її як єдине ціле. Фарби тут малов'язкі. Рідка фарба швидко заповнює великі пори,

вбираючись на досить велику глибину. Причому надмірне її вбирання може навіть викликати «пробиття» відбитку, тобто зображення стає видимим з обороною сторони листа. Підвищена макропористість паперу небажана, наприклад, при ілюстраційному друці, коли надмірна вбираність призводить до втрати насиченості і глянсуватості фарби. Для мікропористих (капілярних) паперів характерний механізм так званого «виборчого вбирання», коли під дією сил капілярного тиску в мікропори поверхневого шару паперу вбирається переважно малов'язкий компонент фарби (розчинник), а пігмент і пленкообразователь залишаються на поверхні паперу.