

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**МАТЕРІАЛИ**  
**ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА:**  
**ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ**  
Лабораторний практикум

**Навчальний посібник**

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Технології друкованих і електронних видань»  
спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Укладачі: Т. А. Роїк, А. С. Морозов

Електронне мережне навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2023

Рецензент  
Відповідальний  
редактор

*Палюх О. О.*, канд. техн. наук, доцент.

*Киричок Т. Ю.*, д-р техн. наук, проф.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 4 від 19.01.2023 р.)  
за поданням Вченої ради навчально-наукового видавничо-поліграфічного-  
інституту  
(протокол № 5 від 26.12.2022 р.)*

Навчальний посібник охоплює сучасні матеріали видавничо-поліграфічного виробництва, що широко застосовуються на різних етапах друкарських процесів. У електронному виданні розглянуто властивості видавничо-поліграфічних матеріалів, викладено сучасні уявлення про їх склад, структуру, розглянуто фізичні процеси, з якими пов'язані показники фізико-механічних властивостей матеріалів, що використовуються у поліграфічній галузі. Подано навчальні завдання та методичні рекомендації до їх виконання, тести та контрольні запитання для самоперевірки, що спрямовані на оволодіння студентами поглиблених теоретичних знань та набуття практичних навичок у галузі поліграфічних технологій. Посібник спрямований на поглиблення теоретичних знань і посилення навичок студентів у практичних розрахунках фізико-механічних, фізичних, структурних властивостей видавничо-поліграфічних матеріалів, набуття умінь у розв'язанні типових задач щодо визначення характеристик поліграфічних матеріалів. Представлені у посібнику підходи, методи вимірювання та розрахунку властивостей можуть використовуватись не тільки для визначення й контролю характеристик видавничо-поліграфічних матеріалів, а також для аналізу параметрів якості продукції друкарства і її відповідності нормативним вимогам.

Реєстр. № НП 22/23-407. Обсяг 2 авт. арк.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

## ВСТУП

Навчальний посібник є керівництвом для лабораторних занять з дисципліни «Матеріали видавничо-поліграфічного виробництва – 2: Видавничо-поліграфічні матеріали», що входить до нормативних освітніх компонент з циклу дисциплін за освітньо-професійною програмою підготовки «Технології друкованих і електронних видань» за спеціальністю 186 Видавництво та поліграфія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти кваліфікаційного рівня бакалавр з видавництва та поліграфії.

Посібник складається з шести лабораторних робіт. У кожній роботі наведені стислі теоретичні відомості, приклади розв'язання типових задач та контрольні питання, для відповідей, на які студентам може знадобитися вивчення більш повних навчальних і довідкових видань зі списку, представленого у посібнику.

Представлений навчальний посібник містить шість лабораторних робіт: 1 - Мікроскопічний і хімічний аналіз волокнистих напівфабрикатів; 2 - Визначення маси, товщини та густини паперу; 3 - Визначення стандартної гладкості, ефективної гладкості та м'якості паперу; 4 - Дослідження технологічного процесу виготовлення паперу; 5 – Принцип роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46; 6 – Принцип роботи зволожувального апарату аркушевої офсетної машини П-46.

Теоретичний рівень лабораторних робіт є доступним для студентів-бакалаврів другого курсу навчання. Це дозволить набути їм навички, необхідні в майбутній роботі на поліграфічних підприємствах, де невід'ємним компонентом є якість виготовленої продукції.

У завдання до виконання лабораторних робіт входить закріплення теоретичних знань та практичних навичок з визначення технологічних властивостей основних видавничо-поліграфічних матеріалів, які в свою чергу є похідними складу і структурної будови, що безпосередньо пов'язана з технологією виготовлення матеріалів. Умови поліграфічного виробництва вимагають, щоб для кожного способу друку, з урахуванням конструктивних особливостей друкарського

обладнання та призначення друкованого видання застосовувалися матеріали з певними властивостями.

Навчальний посібник призначений для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Матеріали видавничо-поліграфічного виробництва – 2: Издавничо-поліграфічні матеріали» як навчальне електронне видання для студентів всіх форм навчання спеціальності 186 «Издавництво та поліграфія» ОПП «Технології друкованих і електронних видань» і може бути використаний студентами інших спеціальностей НН Издавничо-поліграфічного інституту КПІ ім. Ігоря Сікорського.

**Мета лабораторних робіт** - поглибити теоретичні знання з дисципліни «Матеріали издавничо-поліграфічного виробництва – 2: Издавничо-поліграфічні матеріали» і набути навички в розкритті фізичної сутності структури издавничо-поліграфічних матеріалів, їх кладу і характеристик, а також закономірностей змін властивостей издавничо-поліграфічних матеріалів у процесах виробництва, експлуатації і зберігання.

## Лабораторна робота №1

### Мікроскопічний і хімічний аналіз волокнистих напівфабрикатів

**Мета роботи:** вивчення характерних ознак будови різних волокнистих матеріалів та їх хімічного складу.

**Зміст роботи:** виготовлення препаратів зразків і мікроскопічне дослідження основних волокнистих напівфабрикатів: бавовни, деревної целюлози, деревної маси, солом'яної целюлози. Ознайомлення з формою і будовою волокон різного походження і проведення якісного хімічного аналізу волокнистого матеріалу.

**Прилади та матеріали.** Мікроскоп МБУ -4, освітлювач, предметне і покривне скло, препаративні голки, розчини хлор-цинк-йоду і флороглюцину, волокнисті матеріали, фільтрувальний папір.

#### Загальні відомості

Умови поліграфічного виробництва вимагають, щоб для кожного способу друку, конструктивних особливостей обладнання та характеру друкованого видання застосовувався папір з певними властивостями. Папір з необхідними властивостями отримують певним вибором волокнистих напівфабрикатів, тобто складанням композиції паперу, варіюванням технологічними режимами одного або кількох основних процесів паперового виробництва (операції розмелювання, проклейки, відливу, пресування, сушки, введення у паперову масу різних домішок, обробкою паперу). Для виготовлення паперу використовують рослинні волокна (рис. 1.1), які мають необхідну міцність, достатню еластичність і довжину, а також можуть піддаватись обробці і утворювати міцні зв'язки між собою.

З багаточисельних рослинних волокнистих матеріалів для виготовлення паперу використовують головним чином деревну *целюлозу* і деревну масу, солом'яну целюлозу та масу, тростину, ганчір'я, а також натуральні волокна, льону, бавовни, коноплі та деяких інших видів рослин.

*Целюлоза* – це природний полімер, полісахарид; належить до класу вуглеводів. Молекула целюлози складається з ланцюгів залишків ( $\beta - d$ ) глюкози та має формулу  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , де  $n$  – кількість окремих ланцюгів (різна в залежності

від походження деревини; наприклад, для деревної целюлози  $n = 3000$ , бавовняної  $n = 12000$ , льняної  $n = 36000$ ).



Рисунок 1.1. Рослинні волокна

Отже, бавовняні та льняні волокна міцніші в порівнянні з деревинними.

Волокна целюлози набрякають у воді та здатні фібрилюватися на більш дрібні волоконця – **фібрили** (мікрофібрили).

В паперову масу додають синтетичні волокна (віскоза). Невелика їх кількість надає паперу міцність, стійкість до ряду середовищ. До складу рослинних волокон входять: клітковина (целюлоза), лігнін, геміцелюлоза, віск, смоли та ін.

Різні компоненти мають різний вплив для структури паперу.

*Лігнін*, що також є природнім компонентом, який входить у деревну масу, сприяє підвищенню міцності паперу, але його підвищений вміст надає паперу жовтизни. Тобто *лігнін є небажаною домішкою*.

Склад целюлози, яка є основною сировиною при виготовленні паперу, залежить від природи волокна: волокна бавовни 85-90 %, льону 80-85%, деревини 50-60%, соломи 50-54%, тростини 42-52%.

*Целюлоза* різного походження має різну молекулярну масу: чим більша молекулярна маса, тим міцніше волокно.

Лігнін разом із целюлозою входить до складу рослинного волокна. В деревині листяних порід міститься до 20% лігніну; льон, бавовна і конопля лігніну не мають. До складу лігніну входять високомолекулярні речовини, що надають йому

жорсткість. Волокна, які містять лігнін через свою жорсткість погано переплітаються, що робить папір негладким, крупним та пористим.

Тому для виготовлення якісного і високоякісного паперу використовують матеріали, які майже не містять лігніну. Так, при взаємодії з сірчаною кислотою (сульфатний спосіб) утворюються розчинні лігносульфінові кислоти з лугами (лужний спосіб) – розчинні феноляти. В процесі взаємодії з лугами їх більша частина відділяється від волокнистої маси.

В залежності від технічних вимог до целюлози додають один або декілька видів волокнистого матеріалу. Склад волокон характеризується:

1. Природою волокна, з якого складається папір.
2. Відсотковим співвідношенням різних волокон.
3. Ступенем розмелу волокон (довжиною волокон і ступенем їх фібрилювання).

*Фібрила* – це розмелене целюлозне волокно при мінімальних енергетичних витратах.

Отже, лігнін є неприйнятним компонентом технічної целюлози, оскільки він перешкоджає пластифікації волокон, обмежує набухання, ускладнює розмелювання і фібрилювання волокон, погіршує зчеплення волокон та утворення водневих зв'язків між целюлозними волокнами.

*Лігнін* є однією із причин пожовтіння та старіння паперу в процесі його тривалого зберігання, втім він знижує прозорість волокон та сприяє світлонепроникності паперу.

*Целюлоза*, призначена для виробництва паперу, характеризується паперотворними властивостями, тобто здатністю до розмелювання, завдяки цьому вона сприяє збільшенню механічної міцності паперового аркуша, його непрозорості, білизни, зниженню засміченості тощо. Подрібнені лігнін та целюлозу зображено на рис. 1. 2.



а



б

Рисунок 1.2. Подрібнені лігнін (а) та целюлоза (б)

### **Методика і порядок виконання роботи.**

Підготовка зразків здійснюється наступним чином.

На один край предметного скла кладуть невелику кількість досліджуваного волокнистого матеріалу і скляною паличкою або піпеткою наносять дві-три краплі хлор-цинк-йоду.

Далі волокнистий матеріал розщеплюють голками на окремі волокна в нанесених на скло краплях реактиву.

На другому кінці предметного скла готують другий зразок того ж волокнистого матеріалу, діючи на нього флороглюцином. Після цього обидва препаративних таким чином зразки накривають покривним склом так, щоб між стеклами не утворювалися бульбашки повітря і, щоб покривне скло нерухомо лежало на предметному склі (для цього зайва рідина видаляється фільтрувальним папером).

Підготовлений таким чином зразок не повинен містити згустків, грудок і повинен бути рівномірно насичений реактивом.

Характерна кольорова реакція досягається за 1-2 хвилини, протягом яких триває розчеплення зразку голками. Не можна підготовку препаративного зразка розтягувати у часі, тому що через 10-15 хв. може відбутися значна зміна забарвлення волокон.

Готовий зразок встановлюють на предметному столі мікроскопа. Далі налаштовують рівномірне, яскраве і зручне освітлення для спостереження зразку і налаштовують необхідну різкість зображення.



Препаровані зразки досліджують під мікроскопом при збільшенні у 80–120 разів. При цьому оцінюють будову окремих волокон, їх форму, характер кінців, внутрішній канал, пори на волокні, сітку на внутрішній сітці каналу, сполучення окремих волокон у групи, а також колір, в який забарвлюють волокна реактивами, користуючись табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Реакція на колір різних волокнистих напівфабрикатів

Найменування волокнистого напівфабрикату	Спостереження за дією реактивів			
	Хлор-цинк-йоду		Флороглюцину	
	Забарвлен- ня	Наявність целюлози	Забарвлен- ня	Наявність лігніну
Целюлоза деревна (хвойна, листяна)	Синьо- фіолетове	- У деревині хвойних дерев приблизно 50% целюлози - У деревині листяних дерев целюлози трішки менше.	Яскраво- червона (малинова) кольорова реакція	Найбільше лігніну містить деревина хвойних (до 35 %) і листяних (20—25 %) порід. У водоростях, мохах, грибах лігнін не утворюється.
Целюлоза однорічних рослин	Синьо- червоний	+ в соломі пшениці міститься до 42,5% целюлози, у соломі кукурудзи – до 41,6%, соняшнику – 40,6%. Основною речовиною бавовняного волокна є целюлоза (94,5—97%).	червона	+ (Небагато) В бавовняному пуху міститься до 3% лігніну
Деревна маса	Жовте	+ У деревині целюлоза складає до 60 % маси сухої речовини.	малинова	+ Лігнін становить від 20 до 35% сухої маси деревини.
Текстильні волокна	Винно- червоне	- Всі текстильні волокна діляться на два класи: натуральні і хімічні. Натуральні целюлозні волокна включають бавовну, льон, пеньку, джут . Основним штучним целюлозним волокном є віскоза, волокно, одержане шляхом регенерації розчинених форм целюлози.	Червона	+ Джут - волокно, текстильний матеріал, що виготовляється з рослин однойменного роду. Воно містить велику кількість домішок лігніну. Один з компонентів льону лігнін - становить до 5% від всього текстилю і відповідає за жорсткість тканини льону.
Волокна тваринного походження	Зберігають свій колір	Волокна тваринного походження: вовна овець, кіз, верблюдів та інших тварин, натуральний шовк тутового і дубового шовкопряда. Целюлози немає.	безбарвна	Немає. Лігніни - біополімери, характерні для світу рослин. На відміну від целюлози, лігніни тваринного походження невідомі.

				Вони зустрічаються майже у всіх рослинах у кількості від кількох відсотків до 50% і більше.
Волокна мінерального походження	Безбарвна реакція	До мінеральних волокон відноситься азбест. Целюлози немає	безбарвна	Немає
Волокна синтетичні	Безбарвна реакція	Вихідною сировиною для виробництва синтетичних волокон є прості речовини, які отримують з нафтових газів, нафти і кам'яновугільної смоли. Із природного полімеру целюлози добувають синтетичні (ацетатне, віскозне) волокна, а з них виробляють штучний шовк. Сизаль містить целюлозу (55-65 %).	Майже безбарвна	До синтетичних належать волокна з полімерних матеріалів, отриманих синтезом простих речовин в результаті реакції полімеризації або поліконденсації. Сизаль містить лігнін (10-20 %)
Волокна штучні	Темно-синє	Штучні волокна виготовляють із природних високомолекулярних сполук, переважно з целюлози. Віскозне волокно. Основною сировиною для одержання віскозного волокна є деревна (зазвичай ялина) целюлоза. У ялиновій деревині міститься близько 45% целюлози. Для одержання целюлози суху ялинову деревину розварюють із лугами, розчинами сульфіту натрію або іншими реагентами. На основі целюлози виготовляються віскозні, ацетатні та мідноаміачні волокна. Найважливішими штучними волокнами є віскозне й ацетатне. Як вихідний природний полімер для утворення штучних волокон беруть целюлозу, виділену з деревини, або бавовняний пух, який залишається на насінні після того, як з нього знімуть волокна бавовни. Спочатку із целюлози готують розчин. Для цього целюлозу розчиняють у розчинниках.	Безбарвна реакція	Немає.

*Волокна тваринного походження* одержують з волосяного покриву овець, кіз, верблюдів та ін. тварин або з коконів (шовку) шовкопрядів. Вовна є сировиною для валяльно-повстяного, а вовняна пряжа — для текстильного і трикотажного виробництва. Шовк-сирець використовують безпосередньо.

*Волокна мінерального походження* утворюється в гірських породах та лаві. До них належить, напр., азбестове волокно, пряжа якого йде на вироблення вогнестійких, фільтрувальних та ін. технічних тканин.

*Синтетичні волокна* – це хімічні волокна, для їхнього виробництва не використовується натуральна сировина. Виробництво синтетичних волокон розпочалося пізніше штучних — у 60-ті роки ХХ ст. Але на сьогодні воно зростає швидшими темпами, порівняно з виробництвом штучних волокон.

Що таке волокна синтетичного походження, можна зрозуміти, вивчивши їх природу. Вони виробляються за допомогою хімічного синтезу з мономерів, тобто низькомолекулярних речовин.

У результаті утворюються полімери синтетичні. Сировиною для капрону, лавсану, акрилу, кримплону, ацетатного шовку є продукти переробки кам'яного вугілля, нафти, гасу. Різноманітність властивостей полімерів, можливість їх варіювати, а також доступність сировини є стимулами для розвитку виробництва синтетичних волокон.

*Штучні волокна* — волокна, які одержують з продуктів хімічної переробки природних полімерів.

Хімічна промисловість виробляє такі штучні волокна:

1. *Ацетатне волокно* — це волокно ацетилцелюлозне, в якому 74-92 відсотки гідроксильних груп є ацетильованими.
2. *Купро (cupro) (Мідно-аміачне волокно)* — це регенероване целюлозне волокно, отримують в результаті мідноаміачного процесу.
3. *Альгінат (alginate)* — це волокно отримують із солей металу альгінової кислоти.
4. Волокно Seacell.
5. *Модал (modal)* — це регенероване целюлозне волокно отримують в результаті модифікованого віскозного процесу.
6. *Протеїн (protein)* — це волокно отримують з натуральних протеїнових речовин, що регенеровані і стабілізовані за допомогою дії хімічних агентів.
7. *Соєве волокно* — отримують з перероблених рослинних бобів сої.
8. *Волокно молочного протеїну.*

9. *Триацетат (triacetate)* — це целюлозне ацетатне волокно, в якому не менш як 92 відсотки гідроксильних груп ацетильовані.

10. *Віскозне волокно (viscose)* — це регеноване целюлозне волокно, яке отримують в результаті віскозного процесу.

*Азбест* (гірський льон) - це тонковолокнистий білий або зеленувато-жовтий мінерал з шовковистим блиском, що утворює прожилки, що мають поперечно-волокнисту будівлю з довжиною волокон від часток міліметра до 5-6 см товщиною менш 0,0001мм.

За хімічним складом азбестові мінерали є водними силікатами магнію, заліза, кальцію і натрію. Гарною властивістю цього мінералу є здатність розпушуватися в тонковолокнисту масу, подібну льняній або бавовняній, що придатна для виготовлення негорючих тканин.

Азбест має унікальні властивості: високу термостійкість, стійкість до дії лугів, кислот і інших агресивних рідин, еластичність і видатні прядильні властивості. Має високі сорбційні, тепло-, звуко- і електроізоляційні властивості. Його міцність при розтягуванні уздовж волокон вище міцності сталі.

Волокна азбесту прядуться звичайно в суміші з бавовною або хімічними волокнами.

Азбестова тканина використовується для пошиття жаро-ізоляційного одягу і відноситься до первинних засобів пожежогасіння невеликих вогнищ при запаленні речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря.

#### *Види недеревної рослинної сировини*

Перший вид. Види сировини з високим вмістом целюлози до 75 – 85% та низьким вмістом лігніну до 1 – 2%, які мають міцні та довгі волокна розміром більше 10 мм.

До цієї групи відносять *волокна бавовни, луб'яні волокна льону та конопель*. З цієї найбільш цінної сировини отримують волокнисті напівфабрикати для хімічного перероблення та високоякісного паперу, спеціальних коштовних видів паперу.

Другий вид. До нього відносять переважаючу за абсолютними запасами частину недеревної рослинної сировини із вмістом целюлози 31 – 59%, лігніну 10 – 25%. Волокна цих видів рослинної сировини коротші.

До цієї групи відносять *волокна соломи зернових та технічних культур, стебла олійних культур, цукрову тростину, тростину звичайну та суходільну, бамбук, кенаф* та інші. Волокнисті напівфабрикати, отримані з такої сировини, можна використовувати для виробництва масових видів паперу та картону.

***Завдання студенту:***

Скласти звіт, в якому дати короткі теоретичні відомості про сировину для виготовлення паперу та основні властивості.

***Контрольні питання:***

1. Що таке целюлоза та її будова?
2. Які структурні особливості волокон виявлено під час спостереження їх структури під мікроскопом?
3. Як змінюють свій колір рослинні волокна під дією реактивів?
4. Які рослинні волокна мають максимальний вміст целюлози?
5. Яким чином препарують рослинні волокна?
6. Чим обумовлена гідрофільність целюлозних волокон?
7. Якими чинниками характеризується склад по волокну?

## Лабораторна робота № 2

### Структурні властивості паперу. Визначення маси 1 м<sup>2</sup>, товщини та густини паперу

**Мета роботи.** Освоєння методів визначення маси 1 м<sup>2</sup>, товщини паперу, розрахунок його густини та пухкості.

**Зміст роботи.** Визначення показників, які характеризують структурно-розмірні характеристики паперу.

**Прилади та матеріали.** Технічні ваги, аналітичні ваги, товщиномір ТИБ або товщиномір Шоппера.

#### Загальні відомості

*Папір* – це композиційний матеріал, який містить в собі натуральні та штучні компоненти. До натуральних відноситься целюлозні волокна, до штучних – клейові розчини, наповнювачі, барвники та домішки різних функціональних призначень.

Під *структурою* матеріалу, яким є папір, розуміють розміщення і взаємозв'язок всіх складових частин матеріалу. Структура паперу визначається особливостями складу і взаємозв'язку структурних елементів: наповнювачів, проклеювальних і фарбувальних компонентів тощо, та обумовлює рівень властивостей паперу. Особливостями структури є:

Складний гетерогенний склад елементів структури характеризується наявністю в композиції паперу як відносно довгих, так і коротких волокон різного походження, а також різного роду домішок, наповнювачів, клеїв, барвників.

Анізотропне розміщення елементів структури характеризується різною орієнтацією волокон по двох напрямках паперу: машинному і поперечному.

Капілярно пористий характер структури обумовлює такі властивості як вбирна здатність, гігроскопічність, деформація паперу при зміні вологи.

Наявність деякої кількості води у папері може бути у в трьох станах: вільний стан – виділяється легко за рахунок випаровування води при підвищенні температури; капілярно-зв'язаний стан – вода перебуває в капілярах целюлозних волокон, важко видалити; молекулярно-зв'язаний стан – перебуває в структурі

целюлозного волокна; сама структура волокна побудована з гідроксильних груп ОН.

До *структурних* показників паперу відноситься: маса квадратного метра, товщина, густина і пористість паперу.

*Товщина*, яка є однією з основних характеристик паперу, що впливає на ряд його властивостей.

Із збільшенням *товщини* зростає міцність паперу, його непрозорість, деформація стиску та інші.

У поліграфії застосовують папір товщиною 0,3-0,25 мм, що обумовлено видом друкованої продукції.

*Товщина* паперу залежить від кількості паперової маси, яка подається на сітку переробної машини, її концентрації, швидкості руху сітки, ступеня каландрування.

Принцип вимірювання товщини паперу представлено на рис. 2.1.

Для характеристики паперу використовують інші показники: масу 1 м<sup>2</sup> паперу. При однаковому складі і однаковому ступені каландрування маса 1 м<sup>2</sup> пропорційна і товщині аркуша паперу. Виняток становить папір з покривним пігментним шаром.

У поліграфії застосовують папір масою 1 м<sup>2</sup> від 30 до 250 г.

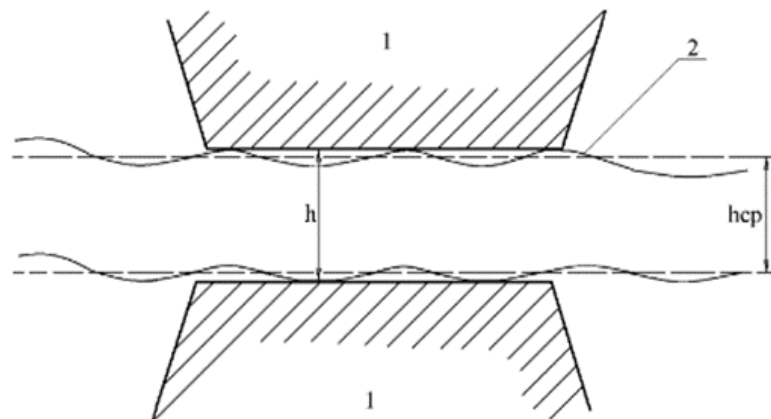


Рисунок 2.1. Вимірювання товщини паперу: 1 – площини вимірювального інструменту, 2 – папір,  $h$  – вимірювана умовна величина,  $h_{ср}$  – середня товщина.

Діючі стандарти допускають відхилення від показника маси друкарського паперу на 3-5%, що сприяє підвищенню якості структури паперу.

Показник маси 1 м<sup>2</sup> широко застосовуються у зв'язку з практикою планування витрат і обліку паперу. Перевіряють масу 1 м<sup>2</sup> за ГОСТ 13199. Показник маси 1 м<sup>2</sup> – це основний показник при розрахунку кількості паперу для видання.

Кількість паперу для тиражу Q визначається за формулою:

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot q \cdot V \cdot T \cdot K}{2}, \text{ де}$$

a і b – розміри паперового аркушу, м;

q – маса 1 м<sup>2</sup>, г;

V – обсяг видання в фізичних друкарських аркушах;

T – тираж, тис. примірників;

K – коефіцієнт відходу паперу на технічні потреби, % (визначається за довідником).

При друкуванні з одного боку цифра „2” в знаменнику формули не вводиться.

При друкуванні газет використовується папір масою 1 м<sup>2</sup> 45 – 51 г/м<sup>2</sup>, для листівок та буклетів – 115 – 150 г/м<sup>2</sup>, для плакатів – 130 - 200 г/м<sup>2</sup>, візиток та кишенькових календарів – 200 -300 г/м<sup>2</sup>.

*Густина (щільність)* паперу є важливою характеристикою паперового аркушу. *Щільність* паперу тісно пов'язана з його *пористістю*.

*Густина (щільність) d* (г/см<sup>3</sup>) визначається як відношення маси аркуша паперу (**m**) до його об'єму (**V**):

$$d = m/V.$$

Об'єм **V** розраховується за товщиною, визначеною на товщиномірі, без врахування нерівностей поверхні. На рис. 2.2 представлено прилади для вимірювання густини паперу.





Рисунок 2.2. Товщиномір

Густина паперу може характеризувати вбирну здатність паперу і впливати на швидкість закріплення фарби.

Густина паперу, як правило, коливається від 0,5 до 1,35 г/см<sup>3</sup>.

Густина пов'язана з пористістю (наявністю міжволокнистого проміжку паперу). Чим вища густина (щільність), тим менша пористість паперу.

**Пористість** – це ступінь заповнення міжволокнистого простору паперу порами. Чим більша пористість паперу, тим менша його щільність.

Для характеристики пористої структури застосовують показник **пухкість** – обернену величину до щільності.

**Пористість** характеризується двома чинниками: відношення об'єму пор до об'єму паперу і розміром пор. Вона поділяється на загальну пористість (відстань між волокнами), мікропори, капіляри.

Пористість паперу залежить від виду і ступеню помелу волокон, кількості, дисперсності і густини наповнювача, ступеню каландрування тощо.

Суттєве значення має наповнювач, при введенні якого в папір зменшується сумарний об'єм пор, при цьому зменшується об'єм великих пор і зменшується об'єм форм малих радіусів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Приклади пористості паперу

Мікропористий, газетний	Мікропористий, крейдяний
Пористість: 60% Радіус пор: 0,16 мкм Густина 0,5 г/см <sup>3</sup> 100% деревної маси	Пористість: 30% Радіус пор-0,03 мкм Густина-0,35 г/см <sup>3</sup> 100% целюлози

Висока пористість паперу забезпечує високу вбирну здатність і впливає на швидкість закріплення фарби. Але, є недолік - в результаті сильного вбирання фарби отримують відбитки менш насиченні і менш контрастні.

Вміст наповнювачів у папері характеризуються *зольністю* (рис. 2.3).

Так, у малозольному папері зольність становить до 6%; у середньозольного від 8 до 18%; у високозольного – до 23%.

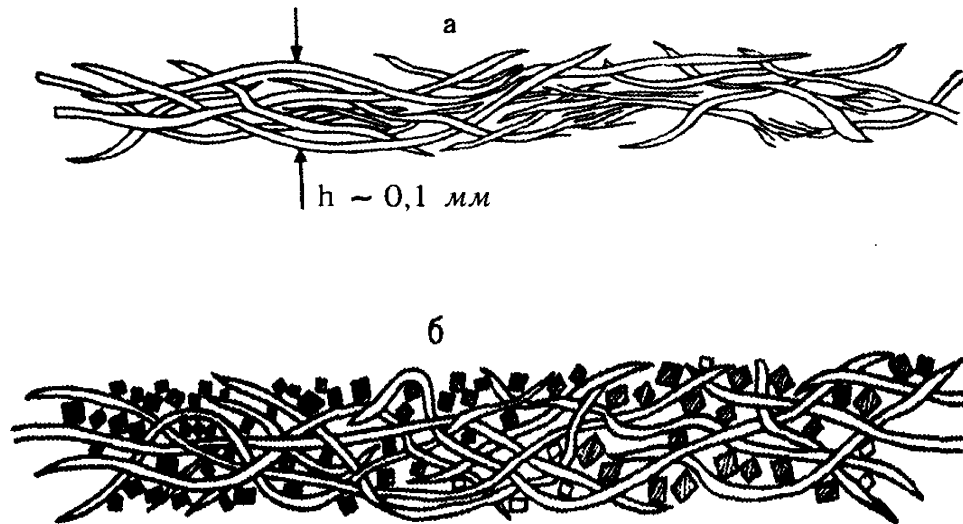


Рисунок 2.3. Структура паперового полотна у розрізі: а – без наповнювача; б – з наповнювачем

Таким чином, папір є капілярно-пористим неоднорідним матеріалом. Неоднорідність будови обумовлена великою кількістю компонентів складу і особливістю технологій виготовлення. У структурі паперу можуть бути присутні синтетичні волокна, певний відсоток ганчір'я, ущільнення паперу крейдою тощо залежно від призначення паперу. Структурна неоднорідність паперу впливає на

товщину, гладкість, вбирну здатність (лицьової і зворотної сторони аркушу), міцність.

### **Методика виконання роботи:**

#### *I. Визначення маси 1 м<sup>2</sup> паперу*

Визначення маси квадратного метра паперу в результаті його гігроскопічності необхідно здійснювати одночасно з визначенням вологості паперу і супроводжувати вимірювання введенням поправок на стандартні умови.

Для визначення маси 1 м<sup>2</sup> паперу використовують 10 зразків паперу розміром 10×10 см.

Зразки по одному зважують на лабораторних технічних або аналітичних терезах з точністю до 0,01 г.

Після цього розраховується середня маса паперового квадрату і одержане значення помножується на 100 для отримання маси 1 м<sup>2</sup> паперу.

Вологість паперу визначається за допомогою електровологоміра.

Якщо в момент визначення маси 1 м<sup>2</sup> паперу вологість його не відповідала стандартній нормі 6±1%, то одержаний результат необхідно перерахувати за формулою:

$$q = q_1 \frac{100 - a}{100 - b} ,$$

де  $q$  — маса 1 м<sup>2</sup> паперу при стандартній вологості, г

$q_1$  — маса 1 м<sup>2</sup> паперу, визначена при дослідженні, г

$a$  — вологість паперу в момент визначення маси 1 м<sup>2</sup>

$b$  — стандартна вологість паперу, %

#### *II. Визначення товщини*

Товщина паперу вимірюється за допомогою товщиноміру ТИБ з точністю до 0,01 мм.

Для визначення товщини паперу за допомогою металевого шаблона вирізають три квадрати розміром 10×10 см.

Товщина паперу вимірюється в п'яти місцях кожного зразка.

Результат досліджень виражають у мікрометрах середнім арифметичним всіх визначень і округляють до 1 мкм.

Відхилення від середнього значення характеризують неоднорідність паперу по товщині.

### III. Визначення густини (щільності) паперу.

Густина (щільність) паперу визначається як відношення маси аркуша паперу до його товщини.

$$d = \frac{q}{h \times 1000},$$

де  $d$  – густина паперу,  $г/см^3$

$q$  – маса  $1 м^2$ ,  $г$

$h$  – товщина,  $мм$ .

### Розрахунок пухкості паперу.

У технічних умовах для паперу часто замість показника густини подають показник пухкості.

Пухкість – величина, що обернена густині.

$$\Pi = \frac{1}{d}$$

$[\Pi] = см^3/г$

### **Приклад виконання завдання**

Розрахувати густину та пухкість паперу, якщо  $q = 79,932 г$ ,  $h = 0,25 мм$ .

$$d = \frac{q}{h \times 1000}$$

$d = 79,932 / (0,25 \times 1000) = 3,1973 (г/см^3)$

$\Pi = 1/d = 1/3 (см^3/г)$

**Завдання студенту:** Скласти звіт, дати короткі теоретичні відомості про структуру паперу, методику визначення маси та товщини паперу та розрахувати його густину і пухкість згідно індивідуального варіанту, наведеному у табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Дані для розрахунку густини та пухкості паперу

Варіант	$d, \text{г/см}^3$	$h, \text{мм}$
1	79,93	0,25
2	75,43	0,27
3	77,51	0,29
4	76,35	0,31
5	80,45	0,42
6	76,87	0,33
7	75,33	0,35
8	78,51	0,37
9	69,43	0,39
10	67,19	0,42
11	73,41	0,18
12	78,47	0,16
13	80,78	0,24
14	81,42	0,12
15	79,37	0,11
16	76,25	0,09
17	77,43	0,07
18	78,54	0,13
19	73,41	0,08
20	74,33	0,07
21	75,44	0,06

**Контрольні питання:**

1. Які властивості паперу обумовлюють його капілярно-пористий характер структури ?
2. Що відносять до структурних показників паперу?
3. Папір якої товщини застосовується у поліграфії?
4. Що характеризує зольність паперу?
5. Чим обумовлена неоднорідність паперу?
6. Які показники впливають на пористість паперу?
7. Дати характеристику гігроскопічності.

## Лабораторна робота № 3

### Визначення стандартної гладкості, ефективної гладкості та м'якості паперу

**Мета роботи.** Опанування методу визначення стандартної і ефективної гладкості паперу; розрахунок показника м'якості.

**Зміст роботи.** На пневматичному вимірювачі гладкості (гладкомірі) провести дослідження паперу при різних навантаженнях. Визначити ефективну та стандартну гладкість та розрахувати м'якість.

**Прилади і матеріали.** Прилад Бекка, лінійка, ножиці, секундомір.

#### Загальні відомості

**Гладкість паперу** – це важливий показник паперу, що характеризує його поверхню.

Чим вища гладкість паперу, тим більшою є щільність прилягання поверхні і друкарської форми, менший тиск при друкуванні, вища якість зображення.

При недостатній гладкості поверхні паперу неможливе відтворення найдрібніших деталей друкарської форми.

Одержати папір з абсолютно гладкою поверхнею неможливо. Його поверхня завжди має нерівності, які утворюються внаслідок впливу цілого ряду чинників. Розрізняють макро- і мікронерівності поверхні паперу.

*Макронерівностями* називають нерівності з великим кроком, які поширюються на великі ділянки поверхні паперу. Вони порушують загальний рівень поверхні і надають їй нерівність. Мікронерівності з малим кроком не порушують рівності паперу, але роблять його поверхню шорсткою.

Під макронерівностями розуміється перш за все нерівність вторинних елементів структури, пов'язаної з макронеоднорідністю об'єму (товщиною аркуша), місцевим скупченням волокон (ущільненням) і локальними розрідженими ділянками, а також поганим подрібненням окремих волокон, особливо волокон

деревної маси. Ці нерівності є основною причиною неоднорідного просвічування паперу, що є одним з найбільш серйозних його дефектів.

Макронерівності виникають також через нерівномірну подачу паперової маси на сітку папероробної машини, внаслідок чого аркуші паперу на різних ділянках мають різну товщину.

Значні нерівності утворюються при попаданні на сітку не розмелених, або не проварених волокнистих матеріалів, або згустків волокон.

Крім того, на сітковій стороні утворюється систематичний рельєф, іноді помітний навіть неозброєним оком, який залишається від сітки папероробної машини або аеропровідних сукон. Тому гладкість паперу на лицьовій і сітковій стороні завжди різна.

*Мікронерівності* – це нерівності поверхні, пов'язані з первинними елементами структури: нещільним приляганням структурних елементів паперу (волокон, частинок наповнювача), розмірами самих волокон.

Макро- і мікронерівності по-різному впливають на процес друкування. Якщо макронерівності утруднюють процес друкування, то мікронерівності, при достатньо малих відстанях, менших за розміри друкувальних елементів, не перешкоджають друкуванню.

Високоякісні ілюстрації можуть бути отримані на мікрошорсткому, але рівному папері. Для виготовлення такого паперу використовують високоякісну целюлозу, роблять масний помел паперової маси, вводять наповнювачі, масу добре очищують та рівномірно подають на сітку папероробної машини.

Особливо ефективним є нанесення на поверхню паперу покривних пігментних шарів і каландрування.

На практиці широко використовуються непрямі методи характеристики поверхні паперу. Така узагальнена характеристика умовно називається *гладкістю*.

Найбільш розповсюджений метод визначення *гладкості* паперу – пневматичний.

*Гладкість* характеризуються часом у секундах, за який 10 мл повітря проходить між поверхнею паперу і склом при середньому вакуумі 50,5 кПа и тиску 98,1 кПа (гладкомір Бекка).

В іншому пневматичному вимірювачі гладкості (прилад Бендстена) досліджувану поверхню паперу притискають тонкостінною склянкою. Це дає можливість отримати більш правильну характеристику, тому що в гладкомірі Бекка при контакті паперу з полірованою скляною пластинкою не враховується вплив ізольованих ділянок нерівностей.

При вимірюванні гладкості на папір діє незначний тиск, необхідний для контакту в умовах досліду.

При друкуванні тиск на папір значно збільшується, що призводить до збільшення гладкості паперу завдяки згладжуванню виступаючих нерівностей і вирівнюванні рельєфу.

Повнота контакту форми і паперу залежить від стану поверхні під тиском, а не від гладкості паперу, вимірюної у вільному стані.

Гладкість паперу під тиском, який наближається до тиску в процесі друкування, називається *ефективною гладкістю* ( $ГЛ_{\text{еф}}$ ).

Якість друку завжди буде кращою на папері, який під тиском легше згладжується, тобто на м'якому папері.

На м'якому папері можна друкувати з меншим тиском.

Умовно *м'якість* ( $M$ ) - це відношення ефективної гладкості до гладкості, визначеної в звичайних умовах ( $ГЛ_{\text{ст}}$ ).

$$M = \frac{ГЛ_{\text{еф}}}{ГЛ_{\text{ст}}}, \text{ звідси } ГЛ_{\text{еф}} = M \cdot ГЛ_{\text{ст}}$$

### **Методика і порядок виконання роботи.**

#### Будова приладу.

Прилад Бекка (рис. 3.1.) складається з таких основних частин: циліндричного повітряного резервуара 1; ртутного вакуумметра 2; металевої основи із закріпленням



на ній полірованим скляним кільцем 3, яке накладається на зразок паперу; гумова прокладка 7 і металева покриття 8; ручного насоса для створення розрідження 4; триходового крана 5, який служить для переключення повітряного резервуара від насоса до каналу полірованого скляного кільця. Крім того в приладі є спеціальний важіль 6, який тисне на кришку, що покриває, і таким чином притискає папір до полірованої поверхні скляного кільця.

Накладаючи на площадку важеля різні тягарі, можна варіювати величиною тиску, що діє на папір.

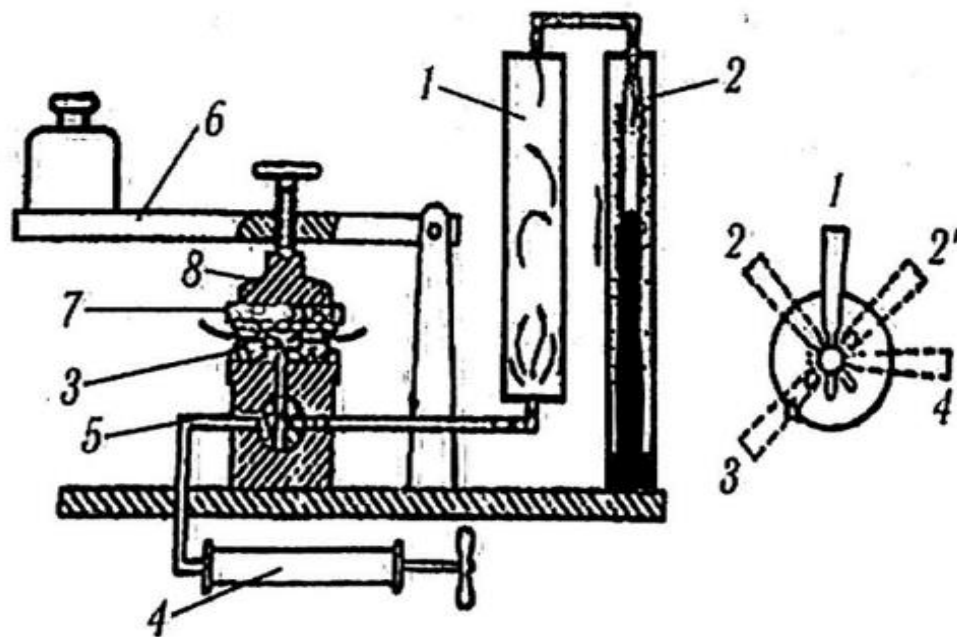


Рисунок 3.1 Прилад для визначення гладкості паперу

**Визначення стандартної гладкості.** Оскільки гладкість паперу на лицьовій і сітковій стороні різна, то визначення гладкості проводиться для двох сторін аркуша.

Для цього з паперу вирізають 6 квадратів розміром 5×5 см. У кутку кожного квадрата цифрами 1 і 2 позначають лицьову і сіткову сторони.

Зразок паперу кладуть на поліроване скляне кільце (досліджуваною стороною до скла), покривають гумовою прокладкою 7 і кришкою 8 (рис. 3.1).

Кришку притискають гвинтом, пропущеним через навантажувальний важіль, який по закріпленому на ньому рівні встановлюють у горизонтальне положення. Тиск при цьому дорівнює 98,1 кПа.

Після цього рукоятку триходового крану 5 приводять у вертикальне положення «Н» і за допомогою насоса в резервуарі створюють таке розрідження, щоби ртуть у трубці вакуумметра піднялася трохи вище 380 мм.

Потім від'єднують резервуар від насоса, для чого рукоятку крана прокручують у положення «О». Зразок паперу витримують під навантаженням 1 хв.

Після цього резервуар з'єднують з каналом скляного кільця (рукоятка крана знаходиться в положення «Н»).

Коли ртуть опускається до позначки 380 мм, включають секундомір. Повітря починає проходити між поверхнями досліджуваного паперу і скляної пластини. Коли стовпчик ртуті вакуумметра опуститься до позначки 360 мм, що відповідає проходженню 10 см<sup>3</sup> повітря, виключають секундомір і закривають кран.

Записавши покази секундоміра, кран переводять у положення «Н».

Покази секундоміра є виміряною гладкістю зразка паперу.

При випробуванні зразків паперу з високою гладкістю (більше 120 с.) рукоятку крану після положення «О» переводять не в положення «Н», а в положення «НІ/10». За цей час між склом і папером проходить тільки 1 мл повітря. Одержаний результат помножують на 10.

Далі на цьому же зразку паперу проводять заміри ефективної гладкості. Для цього після визначення гладкості поверхні (*ГП*) підвищують тиск, тобто на важіль 6 накладають навантаження. Після хвилинної витримки вимірюють гладкість під тиском.

**Обробка результатів замірів.** Стандартну гладкість паперу і його ефективну гладкість виражають по округлених середніх значеннях. Середні значення округлюють таким чином:

- при гладкості менше 30 сек. результат виражають ближнім цілим числом, кратним 2;
- при гладкості від 30 до 150 сек. – кратним 5;

- при гладкості від 150 до 500 сек. – кратним 10;
- при гладкості більше 500 сек. – кратним 50.

Оцінюючи гладкість паперу, першим записується менше число, яке відповідає гладкості сіткової ГП(сіт.) сторони, другим – більше.

Розрахунок показника м'якості паперу проводиться до середніх значеннях гладкості окремо для сіткової і лицьової сторони за формулами:

$$МП(лиц.) = \frac{ЕГП(лиц.)}{ГП(лиц.)}, МП(сіт.) = \frac{ЕГП(сіт.)}{ГП(сіт.)}$$

де  $ГП$  – гладкість поверхні;  $ЕГП$  – ефективна гладкість поверхні;  $ГП(лиц.)$  – гладкість лицьової сторони;  $ГП(сіт.)$  - гладкість сіткової сторони.

Приклад виконання завдання

Зразок	Лицьова сторона		Сіткова сторона	
	Стандартна гладкість ( $ГП$ ), с, при $P = 98,1$ кПа	Ефективна гладкість ( $ЕГП$ ), с, при $P = 490,5$ кПа	Стандартна гладкість ( $ГП$ ), с при $P = 98,1$ кПа	Ефективна гладкість ( $ЕГП$ ), с, при $P = 490,5$ кПа
1	345	543	126	160
2	350	542	122	158
3	351	545	127	165
Середнє значення	351	545	125	161
Округлене значення	350	550	25	160

$$МП(лиц.) = \frac{ЕГП(лиц.)}{ГП(лиц.)} = \frac{550}{350} = 1,57$$

$$МП(сіт.) = \frac{ЕГП(сіт.)}{ГП(сіт.)} = \frac{160}{25} = 6,4$$

Знайти показник м'якості згідно індивідуального варіанту:

Табл. 3.1. Дані для розрахунку м'якості паперу

Варіант середнє знач.	Ліщова сторона		Сіткова сторона	
	Стандартна гладкість	Ефективна гладкість	Стандартна гладкість	Ефективна гладкість
1.	35	105	35	60
2	40	115	38	63
3	49	125	53	78
4	73	135	69	103
5	83	153	83	112
6	93	174	75	123
7	137	207	110	133
8	315	407	97	207
9	353	547	127	163
10	374	712	172	209
11	409	815	209	305
12	510	910	200	270
13	405	570	150	205
14	610	950	240	325
15	725	1050	345	510
16	325	640	230	310
17	55	120	35	75

**Завдання студенту:**

Розрахувати м'якість паперу згідно свого варіанту. Скласти звіт по роботі, в якому коротко викласти теоретичні положення, методи вивчення показників гладкості, формули та обчислення, зробити належні висновки.

**Контрольні питання:**

1. Що таке гладкість?
2. Які існують методи вимірювання гладкості?
3. Дати визначення ефективної гладкості.
4. В яких одиницях вимірюються гладкість?
5. Чим стандартна гладкість відрізняється від машинної?
6. Як гладкість впливає на процес закріплення фарби на папері?
7. Дати характеристику м'якості паперу.

## Лабораторна робота № 4

### Дослідження технологічного процесу виготовлення паперу.

**Мета:** Вивчити основні етапи і технологічні особливості процесу виготовлення паперового полотна.

#### Загальні відомості

##### 1. Виготовлення паперу на папероробній машині

Для виготовлення паперу та картону застосовують два типи папероробних машин: плососіткові та круглосіткові.

Перші використовуються для виробництва паперу, другі - картону.

Основна відмінність машин полягає в тому, що в плососіткових машинах формування паперового полотна здійснюється на горизонтальній сітці, що рухається, а в круглосіткових - полотно формується на циліндричній сітці, що обертається.

Зображення папероробної машини наведено на рис. 4.1.

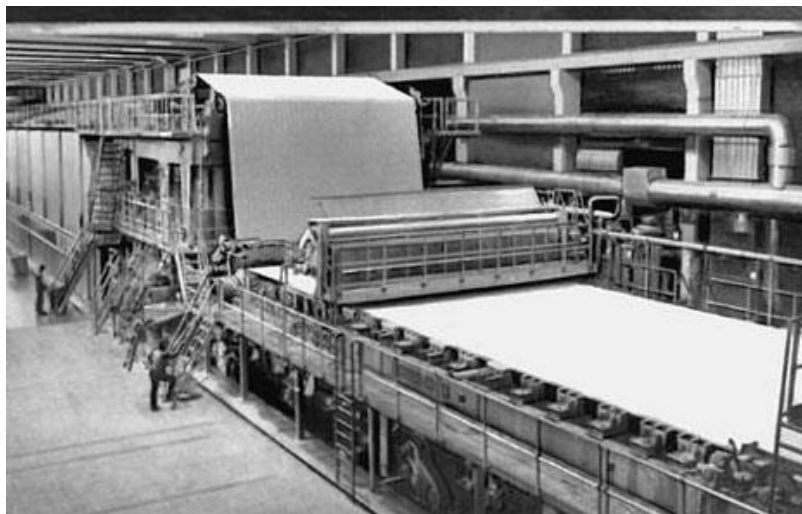


Рисунок 4.1. Машина для виготовлення паперу

#### Пристрої папероробної машини.

Папероробна машина складається із сіткової, пресової, сушильної й оздоблювальної частин і привода.

Крім того, до неї відносяться машинний басейн для акумулювання паперової маси перед подачею на машину, устаткування для рафінування, помела й очищення

маси, насоси для подачі води й маси, вакуумні насоси, пристрої для переробки браку, басейни оборотної води, приточно-витяжна вентиляційна система, регулючі і контрольно-вимірювальні прилади.

Більше детальний склад основних частин плососіткової машини і їх призначення розглянуто на прикладі сучасної широкоформатної швидкісної папероробної машини Б-15 для виробництва газетного паперу.

Сіткова частина призначена для формування й зневоднювання паперового полотна та включає натисковий ящик і сітковий стіл.

Натисковий ящик призначений для рівномірного та безперервного запуску маси на сітку по всій її ширині. Зараз широко застосовуються закриті натискні ящики, у яких необхідний напір маси створюється тиском повітряної подушки. Паперова маса на сітку виливається за допомогою напускного пристрою, що забезпечує вихід її з однаковою швидкістю та в однаковій кількості по всій ширині сітки, подачу маси спокійним потоком, без перехрещування струменів, завихрень тощо.

Сітковий стіл являє собою горизонтальну площину, утворену сіткою, натягнутою між грудним валом і гауч-валом, що відсмоктує зайву масу.

Зворотна (нижня) частина сітки підтримується сітководучим, сіткоправильними та сітконатяжними валиками. Натяг сітки здійснюється сітконатяжними валиками, а сіткоправильні валики слугують для запобігання сповзання сітки в сторони від поздовжньої осі стола. Сітка приводиться до руху сіткоповоротним (сітководучим) валом або одночасно сіткоповоротним і гауч-валом.

*Сітка є основним елементом сіткового стола. На ній відбувається формування паперового полотна з паперової маси.*

За допомогою сітки приводяться в рух грудний вал і всі інші валики сіткового стола. При виконанні технологічних функцій сітка піддається інтенсивному механічному й хімічному впливу, тому вона повинна мати достатню міцність на розрив, вигинання, стирання й бути кислотостійкою.

Вона повинна мати гарну водопропускну здатність і високу щільність, щоб по можливості менше дрібних волокон уходило з оборотною водою та менш помітної було маркування паперу (відбиток сітки на стороні полотна паперу, що стикається із сіткою при формуванні).

Під верхньою гілкою сітки, за напрямком її ходу послідовно від грудного до гауч-вала, розташовані: формуюча дошка або ящик, гідропланки або реєстрові валики, ящики, що відсмоктують. Основне призначення цих елементів - формування паперового полотна за рахунок створення режиму зневоднювання паперової маси на сітці необхідної інтенсивності, а також утримання сітки від провисання між грудним і гауч-валом.

У сучасних швидкохідних папероробних машинах реєстрові валики поступилися місцем гідропланкам і «мокрим відсмоктуючим ящикам». Це забезпечує якісне формування структури полотна паперу при більш інтенсивному процесі його зневоднювання.

*Пресова частина* слугує для подальшого механічного зневоднювання полотна паперу після сіткового стола. У більшості папероробних машин пресова частина складається з 2-3 двовалових пресів.

Машина, що призначені для виробництва паперу з маси масного помелу, мають 4-5 пресів. Звичайний прес має 2 вали: верхній, гранітний або стонітовий, і нижній, металевий, облицьований гумою.

Інтенсивність зневоднювання в пресі регулюється тиском між валами, що створюється притисненням, або «полегшенням» (зменшенням тиску) одного з валів (зазвичай, верхнього).

У кожному пресі є *сукно*, що огортає один з валів. Сукно встановлюється та підтримується в робочому положенні за допомогою сукноведаччих, сукнонатяжних, сукнорозгінних і сукнопровільних валиків.

Основне *призначення сукон* - запобігання руйнуванню структури полотна паперу під час пресування, усмоктування вологи, транспортування слабкого сирого полотна в пресі і його передачі в наступний прес.

При проході преса папір однією стороною лежить на сукні та отримує від нього маркування, а іншою - стикається верхнім гладким валом.

У результаті чого одна сторона паперу згладжується, а інша ні. Для згладжування цієї поверхні часто встановлюють зворотний прес, у якому сторона паперу, що дотикалась в попередньому пресі із сукном, контактує із гладким валом преса.

Розвитком пресової частини машин для інтенсифікації процесу пресування паперу замість звичайних пресів є установка відсмоктуючих і здвоєних пресів. Кожний із цих пресів приводиться в рух строго від індивідуального привода.

*Сушильна частина* слугує для остаточного зневоднювання полотна паперу шляхом випару вологи.

Сушильна частина складається із сушильних циліндрів, розташованих у два яруси в шаховому порядку.

*Сушильний циліндр* - це порожній сталевий циліндр діаметром 1500 або 1800 мм, що обігрівается парою зсередини.

Поверхня циліндрів, як і пресових валів, має високий ступінь механічної обробки, а саме, вона ретельно відшліфована й відполірована.

*Циліндри* розраховані на робочий тиск 0,35 МПа. Число циліндрів залежить від виду вироблюваного паперу й швидкості машини.

Оздоблювальна частина складається з *машинного каландра та накату*.

Встановлений між сушильною частиною й накатою машинний каландр служить для підвищення лоску, гладкості та об'ємної маси більшості видів паперу.

*Каландр* складається з 5-8 горизонтально один над іншим розташованих валів, що приводяться в рух від нижнього валу. Поверхню валів шліфують і полірують.

Лінійний тиск між валами регулюють механізмом притиснення та підйому.

У процесі роботи від тертя вали сильно розігріваються, тому для охолодження валів каландра передбачена система їх охолодження.

Іноді для поверхневої обробки паперу й картону (проклейки, фарбування, просочення та ін.) у процесі її виготовлення на папероробній машині в сушильній частині встановлюють *клеїльний прес*.



Після машинного каландрування папір надходить на *накат*, де намотується в рулон.

Сьогодні майже на всіх сучасних машинах застосовують периферичні накати барабанного типу. Основною їхньою частиною є чавунний барабан діаметром 1200 мм, що обертається від приводу папероробної машини.

Кутова швидкість барабана дорівнює швидкості виготовлення паперового полотна.

Намотування рулону паперу здійснюється на тамбурний валик, що спеціальним пристроєм притискається до барабана, забезпечуючи рівномірне й щільне намотування паперу.

Привод папероробної машини призначений для приведення у рух всіх її частин. Він забезпечує плавну зміну швидкості окремих частин у певних межах, строго сталість швидкості при сталому режимі роботи машини. Межі зміни регулювання швидкостей залежать від виду паперу, що виробляється.

## **2. Основні технологічні процеси виготовлення паперу на папероробній машині, їх призначення і характеристика**

*Технологічний процес виготовлення паперу (картону)* включає наступні основні операції: акумулювання паперової маси; розведення її водою до необхідної концентрації та очищення від сторонніх включень і згустків; напуск маси на сітку; формування паперового полотна на сітці машини; пресування вологого аркуша та видалення надлишку води: сушіння; машинну обробку й намотування паперу (картону) у рулон.

У технологічному потоці виробництва паперу папероробна машина - самостійний агрегат, основні вузли якого встановлені строго послідовно уздовж монтажної осі.

### **Акумулювання**

Готування паперової маси проводять у розмельно-підготовчому відділі.

Потоки волокнистих, наповнювачів, проклеюючих, фарбуючих і інших матеріалів, що становлять композицію даного виду майбутнього паперу,

направляються у дозатор або укладач композиції, де вони беззупинно й строго дозуються в заданому співвідношенні, а потім надходять у змішувальний басейн. У цьому басейні маса ретельно перемішується й акумулюється (накопичується).

### **Рафінування**

Рафінування паперової маси виконується перед її подачею на машину в апаратах безперервної дії - конічних і дискових млинах.

У процесі рафінування паперової маси відбувається вирівнювання ступеня помелу маси, усунення згустків волокон. Для цього млини встановлюють після машинного басейну безпосередньо перед папероробною машиною.

### **Подача паперової маси на папероробну машину**

Після виходу з машинних басейнів маса при концентрації 2,5- 3,5% дозується й направляється на папероробну машину.

Перед надходженням на машину вона розбавляється оборотною водою, очищається від сторонніх забруднень, а також від згустків і грудочок.

Для підтримки постійної продуктивності виготовлення паперу необхідно, щоб в одиницю часу на сітку машини надходила нормована кількість маси, узгоджена зі сталою швидкістю машини.

Швидкість машини змінюють при переході на виготовлення іншого виду паперу.

На сучасних папероробних машинах продуктивність у 1 кв.м./с виробленого паперу підтримують постійною автоматичними регуляторами.

На папероробну машину масу подають за допомогою насоса та ящика постійного напору. Маса, що надходить на папероробну машину, розбавляється водою в змішувальному насосі. Це необхідно, по-перше, для наступного очищення маси, тому що з густої маси важко видаляти забруднення, і, по-друге, для кращого формування паперу на сітці.

### **Формування паперового аркуша на сітці папероробної машини**

Паперова маса, розведена до необхідної концентрації та очищена від сторонніх включень, надходить у натисканий ящик папероробної машини. Необхідний

ступінь розведення маси для відливу паперу на сітці залежить від кількості маси, що подається, роду волокна та ступеню помелу маси.

### **Напуск маси на сітку**

Ця операція здійснюється за допомогою напускного пристрою - натискового ящика. Для нормальної роботи машин при швидкостях 450-500 м/хв. потрібний натиск маси в натисковому ящику 2,5-3 м, при швидкості 600 м/хв. - близько 4,2 м и т.д. Напускний пристрій забезпечує напуск паперової маси на сітку, що рухається в напрямку від грудного до гауч-валу, з однаковою швидкістю та в однаковій кількості по всій ширині сітки.

Напуск маси здійснюється майже паралельно сітці без сплесків. Швидкість напуску маси на сітку повинна бути на 5-10% нижче швидкості сітки. Якщо швидкість маси значно відстає від швидкості сітки, то збільшується поздовжня орієнтація волокон (орієнтація в машинному напрямку) і міцність паперу в поздовжньому напрямку.

### **Формування (відлив) паперового полотна**

Формування, або відлив, паперового полотна являє собою процес об'єднання волокон у листову форму зі створенням певної об'ємної капілярно-пористої структури. Цей процес здійснюється на сітковій частині папероробної машини поступовим і послідовним видаленням води з паперової маси (зневоднюванням). Режим зневоднювання, що починається на початку сіткового стола й закінчується сушінням паперу в сушильній частині, на всіх етапах технологічного процесу впливає на якість паперу й продуктивність машини.

### **Пресування**

Після сіткової частини паперове полотно надходить у пресову частину, що складається зазвичай з декількох пресів, на яких воно послідовно зневоднюється до сухості 30-42%.

Для інтенсифікації зневоднювання полотна в пресовій частині застосовують преси з жолобчастими валами та підвищеним лінійним тиском між ними.

Важливе значення для зневоднювання полотна мають належний підбор сукон і їхнє кондиціонування.

Паперове полотно, сформоване в сітковій частині, автоматично вакуум-всмоктуючим пристроєм передається на сукно пресової частини.

Сучасні конструкції комбінованих багатовалових пресів забезпечують проходження паперу без вільних ділянок (ділянок, де полотно паперу не підтримується сукном), що дозволяє здійснити безперервне проходження паперу в пресовій частині.

### **Сушіння**

У сушильній частині папероробної машини паперове полотно зневоднюється до кінцевої сухості 92-95%.

У процесі сушіння віддаляється 1,5-2,5 кг води на 1 кг паперу, що приблизно в 50-100 разів менше, ніж на сітковій і пресовій частинах машини.

При сушінні одночасно відбувається подальше ущільнення й зближення волокон. У результаті підвищується механічна міцність і гладкість паперу.

Від режиму сушіння залежать об'ємна маса, здатність до усмоктування, повітропроникність, прозорість, усадка, вологостійкість, ступінь проклеювання та фарбування паперу.

Паперове полотно, проходячи по сушильних циліндрах, по черзі стикається з нижніми й верхніми циліндрами то однією, то іншою поверхнею.

Для кращого контакту між циліндрами та папером і полегшення заправлення застосовують сушильні сукна (сітки), що огортають сушильні циліндри приблизно на 180°.

Сушіння паперу на сушильному циліндрі складаються із двох фаз: на нагрітій поверхні циліндра під сукном і на ділянці вільного ходу, тобто коли паперове полотно переходить із одного циліндра на іншій. У першій фазі, під сукном, випаровується основна кількість вологи: на тихохідних машинах до 80-85%, на швидкохідних до 60-75% всієї вологи, що випаровує в сушильній частині машини.

У другій фазі, на ділянках вільного ходу волога випаровується по обидва боки паперу за рахунок тепла, поглиненого папером у першій фазі сушіння. При цьому папір залежно від швидкості машини перетерплює зниження температури на 4-15°.

При зниженні температури зменшується швидкість сушіння, особливо на тихохідних машинах, тому що на них спад температури полотна паперу більший, ніж на швидкохідних.

З підвищенням швидкості машини кількість води, що випаровується на ділянці вільного ходу паперу, збільшується. Зі зменшенням кількості води в паперовому полотні інтенсивність сушіння на вільній ділянці знижується.

Температуру сушильних циліндрів підвищують поступово, що сприяє поліпшенню якості паперу та завершенню процесу проклеювання.

Наприкінці сушильної частини температуру поверхні циліндрів знижують, тому що висока температура при невеликій вологості паперу діє на волокна руйнуючи їх.

## **Обробка**

Після сушіння паперове полотно з метою ущільнення й підвищення гладкості проходить через машинний каландр, що складається з розташованих один над іншим 2-8 валів.

*Каландрування* — це процес обробки паперу під дією поступово зростаючого механічного тиску валів (від 80 до 100 кН/м і більше).

Папір, що пройшов машинний каландр, має рівнішу поверхню, підвищується її однорідність за товщиною, гладкість, щільність, знижується пористість.

За необхідності папір піддають *додатковій обробці в суперкаландрі*.

Папір, що додатково пройшов через суперкаландр, називається *глазурованим, каландрованим*. Його гладкість за Бекком сягає 300 с і більше.

*Суперкаландрування* робить поверхню паперу гладкішою, надає блиск.

На процес каландрування паперу і картону впливає багато факторів:

- 1) вологість полотна і його температура;
- 2) композиція паперової маси;
- 1) ступінь її розмелювання;

- 3) тиск між валами;
- 4) діаметр валів і їх твердість та ін.

З підвищенням вологості полотна воно стає м'якшим, еластичнішим, краще ущільнюється і згладжується під час каландрування.

Однак за високої вологості полотна пучки волокон роздавлюються і мають вид пергаментованих плям, що підвищує засміченість паперу і погіршує якість.

Пересушене полотно навпаки, стає цупким, ламким, воно погано каландрується і часто обривається.

Необхідна оптимальна і рівномірна вологість. Для більшості видів друкарського паперу його вологість перед каландруванням має бути 5,5-8%.

На рис. 4.2 представлено вигляд каландру та схема процесу каландрування паперу.



Рисунок 4.2 Каландри і процес каландрування

*Каландр* складається з декількох паралельно розташованих валків, які обертаються в протилежних напрямках.

Пластична гумова суміш стискується між валками і прокатується в лист або втирається в тканину.

На рис. 4.3. представлено різні види схем розташування валків каландрів.

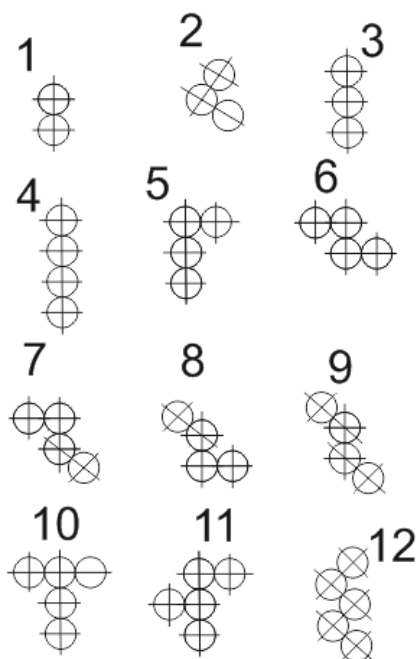


Рисунок 4.3. Різні схеми розташування валків каландрів: 1, 3, 4 – вертикальна; 2 – трикутна; 5 – Г-подібна; 6 – Z-подібна; 7, 8, 9, 12 – S-подібна; 10 – T-подібна; 11 – F-подібна.

Основний фізичний вплив, яке паперове полотно зазнає у захваті металевих валів каландра, – деформація стискання, яка здійснюється під дією зусилля, направлено по нормалі до оброблюваної поверхні полотна.

Дотична складова зусилля каландрування приблизно на два порядки менша нормальної складової і помітного впливу на деформаційні та якісні показники полотна не робить.

На показники процесу каландрування, в основному, впливають тиск між валами, число захватів, тривалість каландрування, температура валів і вологість оброблюваного полотна.

Ці параметри можна віднести до керованих параметрів полотна. Найбільш важливий параметр каландрування – лінійний тиск і його розподілення по ширині площадки контакту між валами і полотном.

Ефект впливу на полотно в кінцевому результаті визначається значенням і характером розподілення тиску, який в значній мірі залежить від в'язкопружних властивостей паперу .

Полотно, огортаючи по черзі вали каландра, папір проходить між ними при зростаючому тиску.

Сучасні машинні каландри забезпечуються механізмами притиску, підйому й ослаблення валів. Нижній вал і один із проміжних виконуються із регульованим прогином, що дозволяє застосовувати високі тиски в захватах валів при збереженні рівномірності тиску по ширині полотна. Пройшовши каландр, паперове полотно безупинно намотується на тамбурні вали в рулон діаметром до 2500 мм.

Перезаправлення з одного тамбурного вала на іншій здійснюється за допомогою спеціальних механізмів і пристроїв.

Після папероробної машини папір надходить на поздовжньо-ріжучий верстат і далі до пакувальної машини.

Для одержання більш високих показників щільності, гладкості й лоску більшість видів паперу для друку і письма пропускають через суперкаландр.

### **Розміщення папероробних машин.**

Паперо- і картонноробні машини розміщаються на двох поверхах. Основні вузли машини, де формується, зневоднюється й намотується полотно, розміщаються на другому поверсі, а допоміжне устаткування технологічних комунікацій - на першому.

На першому поверсі встановлюється також устаткування для переробки мокрого (гауч-змішувач) і сухого (гідророзбивач) браку, станція централізованого змащення та ін.

### ***Завдання студенту***

1. Опанувати основні етапи технологічного процесу виготовлення паперу.
2. Привести структурно-параметричний опис основного технологічного процесу (ТП) виготовлення паперу:
  - а). Назва та порядок виконання технологічних операції (ТО) за основним ТП. Зміст операцій. (Представити у вигляді структурної схеми із зазначенням матеріальних потоків, що сполучають технологічні операції) ;



б). Назва та призначення (принцип дії) основного та допоміжного технологічного обладнання, що використовується при реалізації технологічних операції, загальні технічні характеристики обладнання ;

в). Основні технологічні параметри, що контролюються при проходженні ТП із прив'язкою до обладнання, що їх забезпечують.

3. Підготувати звіт і зробити висновки.

***Контрольні питання:***

1. Яке призначення сіткової частини папероробної машини та якими властивостями вона має володіти?

2. Зазначте основні технологічні операції, що напряму призводять до зневоднення паперової маси та відсоток ступеню сухості, який вони забезпечують?

3. Як розподілено температуру в сушильній камері папероробної машини та чим це обумовлено? В який спосіб реалізовано сушіння?

4. За рахунок чого можна підвищувати міцність паперу у поздовжньому напрямку?

5. Яке призначення каландру в папероробній машині і принцип його дії?

## Лабораторна робота № 5

### Принцип роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46

**Метою роботи** є вивчити технологічні, конструктивні особливості та принцип роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46.

В результаті виконання роботи студенти повинні знати призначення і особливості папероживильної системи машини П-46.

### Загальні відомості

При виготовленні друкарської, у тому числі рекламної продукції на сучасних поліграфічних підприємствах в більшості випадків здійснюється відтворення кольорових зображень шляхом друкування на офсетних машинах, що мають від однієї до чотирьох друкарських секцій.

Кольорове зображення при фотографуванні (або скануванні) розділяється на чотири зображення з використанням растрування, при чому растрова сітка кожний раз повертається на 90° або інший кут відносно того, що було знято (зіскановано) при попередній зйомці.

При друкуванні растрове зображення може переноситись на папір фарба за фарбою на 1-, 2-, 3- і 4-и фарбових машинах. При цьому растрові елементи наступної фарби кладуться поряд з такими елементами попередньої фарби.

При нанесенні растрових точок чотирьох фарб створюється оптична ілюзія кольорового зображення. Особливо доцільно використовувати таку машину для металізованого друку.

За останні десятиріччя створена велика різноманітність фарб, здатних швидко закріплюватися на папері, що дозволяє здійснювати друкування на чотири- (і більше) фарбових машинах, де проміжок часу між нанесенням наступної фарби дуже малий, але достатній для закріплення попередньої фарби.

Використання таких машин дозволило в кілька разів скоротити час на виготовлення високоякісної кольорової продукції.

Сучасні *чотирифарбові машини* складаються з таких основних вузлів:

1. Папероживильна система призначена для введення в машину аркушів паперу.
2. Друкарський апарат, завданням його є передача фарби з друкарської форми на папір.
3. Фарбовий апарат, призначений для нанесення фарби на друкарську форму.
4. Зволожуючий апарат забезпечує зволоження проміжних елементів друкарської форми.
5. Приймальний пристрій має завдання прийняти задруковані аркуші паперу і покласти їх на приймальну платформу.

При підготовці до друкування продукції на чотирифарбовій офсетній машині треба враховувати низку факторів.

Перш за все з'ясовують, яку продукцію передбачається друкувати - газетну, журнальну, книжкову, образотворчу, рекламну тощо.

Далі визначають, на якому папері має друкуватися продукція.

Для виготовлення поліграфічної продукції використовуються наступні сорти паперів: газетний, типографський, офсетний, крейдований з одно- та двостороннім покриттям, папери з високоякісними спеціальними синтетичними покриттями, що забезпечують високу гладкість.

У супроводжуючих технологічних документах зазначають також щільність паперу та його формат.

Перед початком використання папір має пройти певну підготовку, яка включає наступні операції:

1. розмотування паперу із рулону і нарізання його на листи певного формату (якщо використовується рулонний папір);
2. акліматизація нарізаного паперу, тобто витримування його при температурі і вологості цеху; у цеху повинна підтримуватися температура 18–20°C та вологість повітря в межах 60–65% (ці показники вимірюються спеціальними приладами – гігрографами, що постійно повинні знаходитися в цеху);

3. підготовка паперу з метою придання йому точного формату, який зазначено в технологічній документації; якщо використовується листовий папір, який нарізаний на підприємстві-виробнику паперу, необхідно тільки перевірити відповідність формату;

4. підготовлений таким чином папір можна складати в стоси на спеціально підготовленій платформі-пристосуванні, яке дає можливість скласти папір в стоси рівно по вертикалі і горизонталі без пошкодження його кромки; платформа з підготовленим таким чином папером за допомогою спеціального візка обережно подається в папероживильну систему (самонаклад) друкарської машини.

### **Папероживильна система листової 4-и фарбової машини П-46**

Папероживильна система (самонаклад) виконує такі функції (рис. 5.1):

- розташування на спеціальній платформі аркушів паперу необхідного формату;
- відділення по одному аркушу паперу від стосів, що лежать на платформі;
- подача аркушів паперу до транспортуючих стрічок, розташованих на похилому столі;
- вирівнювання аркушів паперу по бокових вирівнюючих упорах;
- контроль наявності на похилому столі лише одного аркуша;
- контроль перекосів аркуша.

Платформа самонакладу є сталеву плитою, підвішеною на чотирьох ланцюгах 17 (рис. 5.1) до валів піднімання-опускання платформи.

Попередньо підготовлені стоси паперу (вирівняні по вертикалі і горизонталі) укладаються на зйомній платформі 18 і за допомогою спеціального візка завантажуються на платформу 19.

Передні кромки паперу повинні торкатися спеціальних вертикальних планок самонакладу, горизонтально платформа виставляється по центру машини (за допомогою пристрою 6).

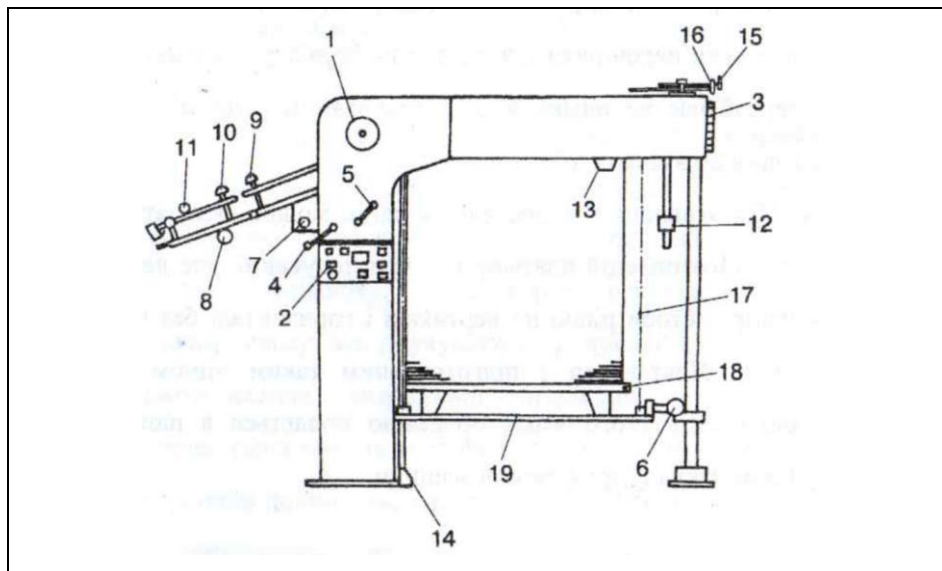


Рисунок 5.1 . Папероживильна система листової чотирифарбової машини П-46 : 1- ручний привід самонакладу; 2- щит управління 1; 3- щит управління 2; 4-муфта самонакладу “вмик.-вимик.”; 5-самонаклад, повітря “вмик.-вимик.”; 6-бокове вирівнювання стапелю; 7-регулювання присмоктувального повітря; 8- блокування для нижнього тисьомочного столу; 9-блокування для верхньої стержневої границі;10- блокування для нижньої стержневої границі; 11-ручка на нижній стержневій границі; 12- планка допоміжного стапелю;13-попереджувальна сигнальна лампа;14-установне з’єднання стапельної плити;15- вертикальний пристрій приладу відділення аркушу;16-пристрій форми та приладу відділення аркушу;17-ланцюги самонакладу;18-зйомна платформа; 19- стаціонарна платформа.

Передня верхня кромка виставляється на 5 мм нижче відносно верхньої кромки клапанів 2 (рис. 5.2). У такому положенні стапель з папером готовий до роботи.

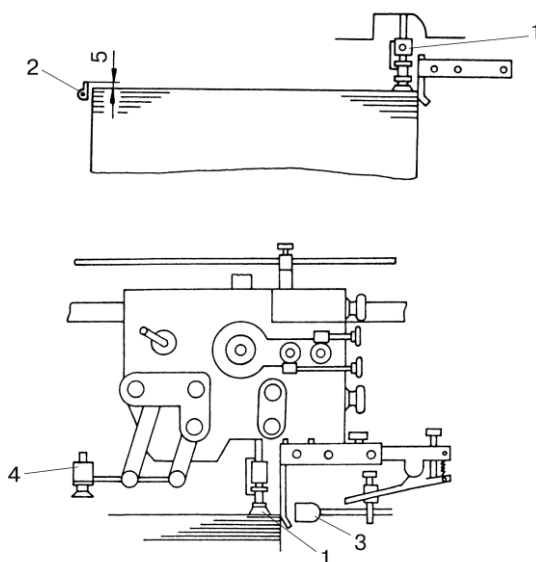


Рисунок 5.2. Пристрій рівня (а) та аркушовідділюючий пристрій стапелю (б): 1- відділювальні присоси; 2- клапан; 3-спеціальний вдвувний пристрій;4-транспортуючі присоси;

При пуску машини відділювальні присоси 1 (рис. 5.2) піднімають задню кромку аркуша, а спеціальний вдувний пристрій 3 вдуває під аркуш паперу стиснуте повітря і аркуш на повітряному прошарку «спливає» над стапелем.

В цей час його підіймають за допомогою вакууму передні транспортуючі присоси 4, які одночасно здійснюють горизонтальний рух і подають передню кромку аркуша під транспортуючі ролики. Для кращого (більш надійного) відділення верхнього аркуша паперу від стапеля за його задньою кромкою встановлюються щіткові відділювачі (рис. 5.3).

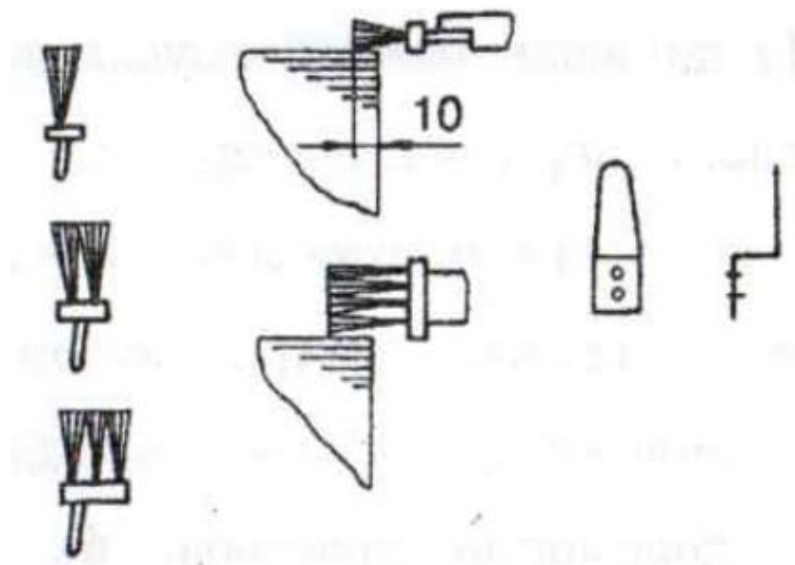


Рисунок 5.3. Щіткові відділювачі:

Лінія дотику передніх транспортуючих роликів 4 і 5 (рис. 5.4) розташована на одній лінії з транспортуючими присосами, від яких ролики підхоплюють аркуш і передають його під стрічки на нахиленому столі.

Рис. 5.4. – є складником рис. 5.5., на якому містяться позиції 1 та 6.

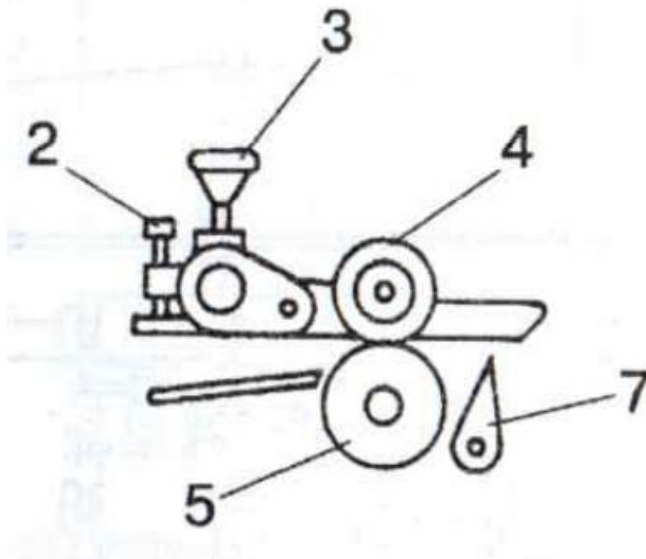


Рисунок 5.4. Транспортуючі ролики: 2-гвинт; 3- транспортуючі присоси ; 4, 5-передні транспортуючі ролики; 7- натяжний пристрій

Стрічкові подавачі нахиленого столу (рис. 5.5) подають аркуш до передніх упорів. При цьому аркуш боковим вирівнювачем вирівнюється до упорів в боковому напрямку.

Направляючі стержні 5 (рис. 5.5) повинні бути розташовані паралельно напрямку руху аркуша і ролики обов'язково повинні рухати аркуш в цьому напрямку. Інакше відбуватиметься бокове зміщення, що спричинить зморщування аркуша.

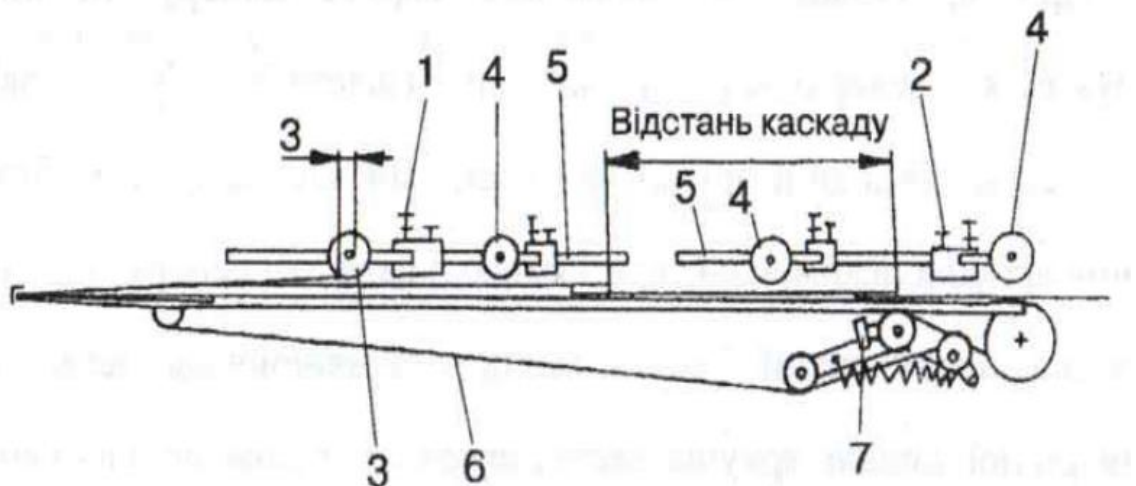


Рисунок 5.5. Конструктивні елементи нахиленого столу офсетної машини П-46: 1- установлювальний гвинт; 2-гвинт; 3-4- ролики; 5 – направляючі стрижні; 6-транспортна тасьма (стрічка); 7- гвинт спеціального пристрою для рівномірного натягу тасьом (стрічок).

Притискування роликів 4 регулюється за допомогою установлювального гвинта 1 (рис. 5.5).

Для надійного вирівнювання аркушів необхідно здійснити бокове регулювання транспортних стрічок. Це регулювання можливе після ослаблення гвинта 7. При цьому регулюванні необхідно встановити рівномірний натяг стрічок спеціальним пристроєм, який є при них.

За необхідності для кращого вирівнювання аркуша можна використати щіткові ролики (рис. 5.6а) з м'якими щетинками окремо або попарно.

При друкуванні на картоні можуть використовуватись привідні щіткові ролики (рис. 5.6б). При друкуванні на жорстких сортах паперу та на картоні використовуються сепаратори із кульок (рис. 5.6в). Вони встановлюються на передній аркуш над крайніми стрічками. Для покращення вирівнювання аркуша рекомендується застосовувати два сепаратора кульок на стороні аркуша, що протилежна боковій марці з вирівнюючим механізмом.

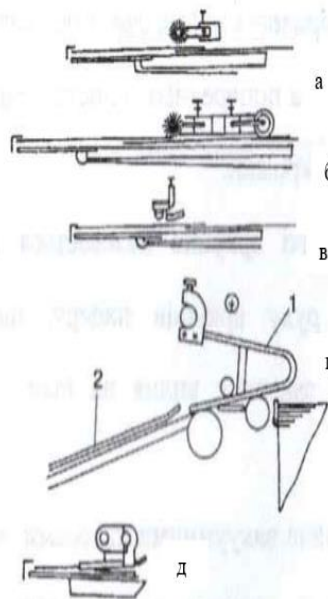


Рисунок 5.6. Варіанти існуючих пристроїв для вирівнювання аркуша: а – щіткові ролики з м'якими щетинками; б – привідні ролики; в – сепаратори із кульок; г – аркушонаправлюючі стержні; д – прямі або зігнуті прихильвачі.

Для покращення рівномірності подачі аркуша застосовуються також аркушонаправлюючі стержні (рис. 5.6г). Вони встановлюються на опорній траверсі



в самонакладі над боковими кромками аркуша, праворуч і ліворуч біля приймальних роликів. Стержні 2 встановлюються при друкуванні на картоні.

При друкуванні на хвилястих аркушах за необхідності встановлюються на притримуючій траверсі бокових рамок прямі або зігнуті прихильвачі (рис. 5.6д).

Передня кромка кожного наступного аркуша транспортуючими присосами подається горизонтально вздовж осі машини тоді, коли над нею ще розташована задня кромка попереднього листа і під подавальні ролики на деякий час попадають ці обидві кромки.

Така схема подачі аркушів називається *каскадною*. Вона дозволяє зменшити швидкість руху аркушів паперу, що, в свою чергу, робить спокійнішим їх рух і зменшує вплив на нього аеродинамічних явищ, що виникають при цьому.

Машина обладнана вакуумними насосами, які забезпечують розріджене повітря (вакуум) в той момент, коли присоси спускаються на папір і підіймають його. Нагнітаючі насоси (суміщені з вакуумними) стискають повітря й подають його під задню кромку аркуша в момент підняття її відділяючими присосами.

### ***Завдання студенту:***

1. Провести структурно параметричний опис роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46.
2. Ознайомитись з певними етапами підготовки паперу перед початком використання.
3. Ознайомитись з конструктивними особливостями платформи самонакладу.
4. Представити у вигляді структурної схеми кінетику подачі аркуша паперу перед початком друку.
5. Опанувати схему подачі аркушів за допомогою присосів.
6. Перевірити правильність подачі аркушів до системи транспортування на похилому столі.
7. Підготувати звіт з описом роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46 та її основних систем.

**Контрольні запитання:**

1. Що таке стоси паперу?
2. Як треба укладати стоси паперу на стіл самонакладу?
3. Для чого потрібен піддув стисненим повітрям під задню кромку аркушів?
4. Як відокремлюється верхній аркуш від стосу паперу?
5. Що таке каскадна подача аркушів?
6. Як впливає на поведінку аркуша швидкість його горизонтального руху?
7. Які явища виникають при зміні швидкості горизонтального руху аркуша?

## Лабораторна робота №6

### Принцип роботи зволожувального апарату аркушевої офсетної машини П-46.

Метою роботи є опанування принципів роботи зволожувального апарату, його конструктивних особливостей та призначення.

#### Загальні положення

Друкування продукції на чотирифарбових машинах типу П-46 є процесом непрямого плоского друку.

На друкарську форму фарбовими валами накочується фарба, після цього зображення з форми передається на офсетний (покритий гумовим полотном) циліндр.

Від офсетного циліндру зображення передається на папір. Для здійснення процесу друку необхідно виконання таких умов:

- друкарські елементи форми повинні змочуватись фарбою;
- пробільні елементи мають змочуватись зволожувальним розчином.

Перша умова виконується за рахунок адгезійного зв'язку між фарбою і друкарськими елементами та когезійних сил друкарської фарби. При цьому адгезійний зв'язок між фарбою та друкарськими елементами має бути значно більшим, ніж когезійні сили усередині фарби.

Друга умова буде виконуватись тоді, коли буде досягнутий відповідний натяг змочування на межі поділу фаз зволожувальний розчин – пробільні елементи при створенні необхідної товщини плівки зволожувального розчину.

Відповідний натяг змочування забезпечується за рахунок гідрофілізації пробільних елементів під час обробки форми у проявному розчині, а також за рахунок зниження поверхневого натягу зволожувального розчину.

Якщо внутрішні сили взаємодії в одній рідині більші, ніж сили взаємодії цієї рідини з іншою, ці рідини не змішуються, тобто, у випадку фарба-зволожувальний розчин фарба не змочує поверхню, покриту зволожувальним розчином.

Коли ж сили взаємодії між фарбою і розчином будуть більші внутрішніх сил, то фарба буде змочувати поверхню, покриту розчином.

Виникає емульгування фарби зі зволожувальним розчином і, як результат, тінення при передачі зображення від форми до тканинно-гумового полотна.

Явище тінення, викликаного емульгуванням, можна ліквідувати за допомогою збільшення міжфазного натягу на межі поділу фарба-зволожувальний розчин.

Під час друкування від взаємодії зволожувального розчину з поверхнево-активними речовинами, що містяться в папері, ці речовини можуть переходити в розчин. Це може призвести до того, що поверхневий натяг на межі поділу фарба - вода знизиться, що стане причиною тінення.

Для запобігання цьому у зволожувальний розчин додаються спеціальні поверхневі речовини, які підтримують постійність рН у зволожуючому розчині.

Найчастіше для цього використовують ізопропиловий спирт. Ізопропиловий спирт забезпечує необхідний поверхневий натяг крапельок зволожувального розчину на пробільних елементах, що, в свою чергу, не дає можливості цим крапелькам розтікатись за межі пробільних елементів.

Для нанесення тонкого шару зволожувального розчину на пробільні елементи у складі друкарської секції вбудовано зволожуючий апарат. Розчин повинен змочувати пробільні елементи, утворюючи безперервну плівку на їх поверхні.

Зволожувальний апарат (рис. 6.1) складається із корита 1, в яке наливається розчин, дукторного вала 2, передавального вала 3, розкочувального вала 4 та накочувальних валів 5.

Дукторний вал 2 і розкочувальний вал 4 мають металеву або пластмасову поверхню.

Передавальний вал 3 та накочувальні вали 5 виконані як металеві стержні, покриті шаром гуми.

На гумову поверхню цих валів натягуються текстильні трикотажні чохла, які забезпечують краще відбирання та передачу зволожуючого розчину до друкарської форми. Кількість розчину, що подається до форми, регулюється шляхом зміни ширини стрічки передавального валу 3 під час його контакту з дукторним валом 2.

Для забезпечення подачі зволожувального розчину до зволожувального апарату біля кожної друкарської секції є спеціальний бак, на якому змонтований відцентровий насос.

Розчин з бака подається насосом у корито. Залишок розчину з корита через переливний отвір в ньому і шланг перетікає назад в бак і таким чином весь час переміщується.

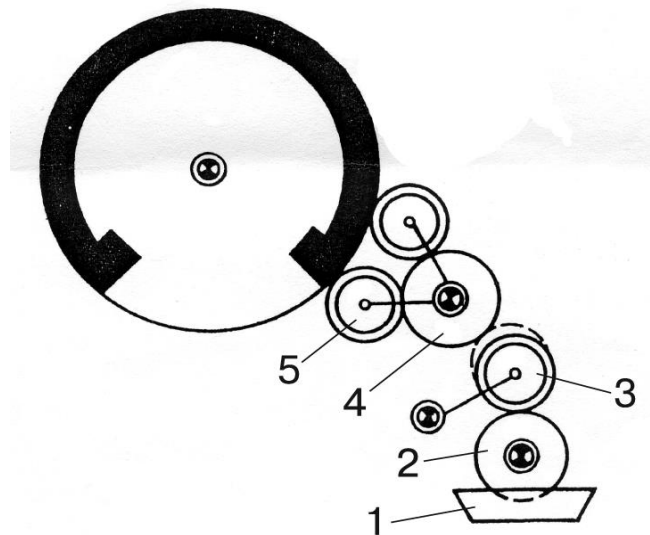


Рисунок 6.1. Схема зволожувального апарату офсетної машини П-46:

1-корито; 2-дукторний вал; 3-передавальний вал; 4-розкочувальний вал; 5-накочувальні вали.

За рівнем розчину в баку, по вказівному мірному склу, слідкує друкар. В цьому ж баку проводиться коригування і контроль рН розчину і, якщо потрібно, вносяться добавки. Добавки вносяться також для того, щоб розчин не пінився.

За кількістю зволожувального розчину, який подається до друкарської форми, треба ретельно слідкувати.

Надлишок зволожувального розчину з друкарської форми переходить на накочувальні фарбові вали, а звідти – у друкарську фарбу. Від цього фарба починає емульгувати.

Кількість зволожувального розчину, необхідна для змочування пробільних елементів під час друкування тиражу, має підтримуватись на мінімальному рівні.

Від надмірної кількості зволожувального розчину виникають такі явища, як емульгування фарби, зниження швидкості висихання фарби, погіршення

інтенсивності фарби, відбивання фарби на зворотну сторону аркуша на приймальному столі, погіршення чіткості зображення та інше.

Під час друкування всього накладу важливо підтримувати правильне співвідношення між кількістю фарби і зволожувального розчину (баланс фарба – вода). Від цього залежить коливання щільності фарби (різновідтінковість), швидкість її висихання, рівень градаційної передачі.

При кожному оберті формного циліндру до форми передається певна кількість зволожувального розчину. Вона також залежить від кількості обертів формного циліндру за хвилину.

Зі збільшенням швидкості обертання циліндру кількість розчину зростає і навпаки – вона зменшується при зменшенні швидкості роботи машини.

Тому дуже важливо весь час тримати під контролем баланс фарба - вода. Від того, наскільки професійно працює обслуговуючий машину персонал залежить якість друкування тиражу.

### ***Завдання студенту:***

1. Ознайомитись зі способом заповнення ємності зволожуючим розчином.
2. Прослідкувати принцип передачі розчину від ємності до фарби.
3. Ознайомитись зі способами «одягання» текстильного полотна на гумові вали.
4. Ознайомитись з системою зміни подачі розчину до форми.
5. Надати теоретичне обґрунтування двох умов для здійснення процесу друку.
6. Представити опис конструкції зволожуючого апарату.
7. У звіті відобразити пп.1-6 та зробити висновки.

### **Контрольні питання**

1. Який розчин застосовується для зволоження пробільних елементів ?
2. Яка роль ізопропілового спирту та хімічних добавок у розчині?
3. Визначити роль текстильного покриття валів зволожуючого апарату.
4. Які умови потрібні для здійснення процесу друку?

5. З чого складається зволожувальний апарат?

6. Як впливає взаємодія зволожувального розчину з поверхнево-активними речовинами, що містяться в папері ?

### **Вимоги до звіту**

Звіт з лабораторної роботи **має містити**:

**1.** Стислі теоретичні відомості щодо видавничо-поліграфічних матеріалів, технології їх виготовлення, особливостей домішок і складників, методів дослідження їх структури і властивостей, аналіз та контроль властивостей матеріалів на виробництві, обладнання для виготовлення видавничо-поліграфічних матеріалів, відповідно до кожного виду лабораторних робіт.

**2.** Результати виконання індивідуального завдання.

**3.** Аналіз отриманих результатів та висновки по роботі.

### Список рекомендованої літератури:

1. Жидецький Ю. Ц., Лазаренко О. В., Лотошинська Н. В. та ін. Поліграфічні матеріали: підручник/під ред. Е. Т. Лазаренка.- Львів:Афіша,2001.-328 с.
2. Киричок П. О. Метали і композиційні матеріали в поліграфії: навч.посіб./ П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А .С. Морозов. - К.:НТУУ"КПІ", 2011.-216с.
3. Технологія друкованих видань: метод. вказівки до викон. практи. робіт з друкування на чотирифарбових офсетних машинах типу П-46 для студентів поліграфічного напрямку/ Уклад.:П .О. Киричок, А. С. Морозов, Д. М. Вознюк.- К.: НТУУ "КПІ", 2012.- 32с.
4. Лабораторний практикум з поліграфічного матеріалознавства: навч. посіб. / за заг. ред. В. В.Шибанова; Укр. акад.друкарства.-Л:”Афіша”, 2001.-184 с.
5. Олексій Л. М. Технологія виготовлення паперу: ч. І: навч.-метод. посіб. (для студ. спец. 8.092705 ”Матеріали видавничо-поліграфічного виробництва”)/Л. М. Олексій; Укр. акад. друкарства.- Львів: УАД, 2007.-72 с.
6. Мельников О.В. Друкування на аркушевих офсетних машинах / Під ред. докт. техн. наук Е. Т. Лазаренка.- Львів: Афіша, -1999. - 160 с.
7. Глумачний українсько-російсько-англійський словник з поліграфічного матеріалознавства/П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А. С. Морозов, О. І. Хмілярчук - К.: НТУУ ”КПІ”, 2014, 80 с.
8. Практикум із загального і поліграфічного матеріалознавства / О. М. Величко, О, В. Зоренко, І. О. Кириченко. — К.: „Політехніка” ВПЦ ВПІ НТУУ „КПІ”, 2006. – 156 с.
9. Яценко Л. О. Поліграфічні матеріали [Текст]: Навч. посіб. / Л. О. Яценко. - Х., УПА, 2011. – 269 с.
10. Енциклопедія видавничої справи [Текст]: навч. посібник / В. П. Ткаченко [та інші]. - Харків: Прапор, 2008. - 320 с.
11. Жидецький Ю. Ц. Поліграфічне матеріалознавство [Текст] / Ю. Ц. Жидецький - Львів: Світ. 2000.- 224 с.



12. Журнали “Друкарство”, „Технологія і техніка друкарства”, “Полиграфія”, “Полиграфист и издатель”, “Курсив”, “Publish”, “Компьюарт”, “Друкуймо”, “Палітра друку” та інші.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>Лабораторна робота № 1.</b> Мікроскопічний і хімічний аналіз волокнистих напівфабрикатів.....	5
Завдання студенту.....	13
Контрольні питання.....	13
<b>Лабораторна робота № 2.</b> Структурні властивості паперу. Визначення маси 1 м <sup>2</sup> , товщини та густини паперу.....	14
Завдання студенту.....	20
Контрольні питання.....	21
<b>Лабораторна робота № 3.</b> Визначення стандартної гладкості, ефективною гладкості та м'якості паперу.....	22
Завдання студенту.....	28
Контрольні питання.....	28
<b>Лабораторна робота № 4.</b> Дослідження технологічного процесу виготовлення паперу.....	29
Завдання студенту.....	40
Контрольні питання.....	41
<b>Лабораторна робота № 5.</b> Принцип роботи папероживильної системи листової чотирифарбової машини П-46.....	42
Завдання студенту.....	49
Контрольні питання.....	50
<b>Лабораторна робота № 6.</b> Принцип роботи зволожувального апарату аркушевої офсетної машини П-46.....	51
Завдання студенту.....	54
Контрольні питання.....	54
<b>Вимоги до звіту</b> .....	55
<b>Список рекомендованої літератури</b> .....	56